

## 제주특산 감태 부산물 자원의 효율적 활용에 관한 연구

Studis on the efficient use of a by-product of Jeju Ecklonia cava

|          |   |
|----------|---|
| 주관연구기관   | 전략양식연구소 미래양식연구센터  |
| 연구책임자    | 한석중   |
| 발행년월     | 2011-05   |
| 주관부처     | 농림수산식품부   |
| 사업관리기관   | 국립수산과학원   |
| NDSL URL | <a href="http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201200010824">http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/report/reportSearchResultDetail.do?cn=TRKO201200010824</a> |
| IP/ID    | 14.49.138.138   |
| 이용시간     | 2017/11/03 09:32:00   |

### 저작권 안내

- ① NDSL에서 제공하는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, KISTI는 복제/배포/전송권을 확보하고 있습니다.
- ② NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 상업적 및 기타 영리목적으로 복제/배포/전송할 경우 사전에 KISTI의 허락을 받아야 합니다.
- ③ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 보도, 비평, 교육, 연구 등을 위하여 정당한 범위 안에서 공정한 관행에 합치되게 인용할 수 있습니다.
- ④ NDSL에서 제공하는 콘텐츠를 무단 복제, 전송, 배포 기타 저작권법에 위반되는 방법으로 이용할 경우 저작권법 제136조에 따라 5년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금에 처해질 수 있습니다.

과학원간행물번호

TR-2011-AQ-011

2010년도

국립수산과학원 사업보고서

Report of National Fisheries Research & Development Institute

## 제주특산 감태 부산물 자원의 효율적 활용에 관한 연구

Studis on the efficient use of a by-product  
of Jeju *Ecklonia cava*

전략양식연구소 미래양식연구센터  
Future Aquaculture Research Center  
Aquaculture Research Institute

# 국립수산과학원

National Fisheries Research & Development Institute

2010 국립수산과학원 사업보고서 제주특산 감태 부산물 자원의 효율적 활용 연구 국립수산과학원 전략양식연구소

# 제 출 문

국립수산과학원장 귀하

본 보고서를 제주 현장애로 해소연구의 “제주특산 감태 부산물 자원의 효율적 활용에 관한 연구”의 보고서(2010년)로 제출합니다.

2011년 5월 일

총괄연구책임자: 한 석 중  
참 여 연 구 원: 지 승 철  
김 경 민, 정 민 민  
이 창 훈, 최 미 경  
김 성 철, 양 문 호  
손 맹 현, 김 강 웅  
김 현 정, 김 경 덕  
김 광 명

## 보고서 요약

|   |                               |   |                                |             |   |
|---|-------------------------------|---|--------------------------------|-------------|---|
| 과제관리번호  |                               | 연구기간  | 2010(1년간)                      | 단계 구분       | 종료  |
| 세부과제명   | 제주 현장애로 해소연구                  |   |                                |             |   |
| 연구항목명   | 제주특산 감태 부산물 자원의 효율적 활용에 관한 연구 |   |                                |             |   |
| 연구책임자   | 한석중                           | 해당단계<br>참여연구원수  | 총 : 13명<br>내부 : 12명<br>외부 : 1명 | 해당단계<br>연구비 | 정부: 100,000천원<br>기업:           천원<br>계: 1,000,000천원 |
| 과제소관부서명   | 전략양식연구소<br>미래양식연구센터           |   | 참여기업명                          |             |   |
| 국제공동연구  | 상대국명 :                        |   | 상대국연구기관명 :                     |             |   |
| 위탁연구  | 연구기관명 :                       |   | 연구책임자 :                        |             |   |
| 요약(연구결과를 중심으로 <b>개조식</b> 500자 이내)   |                               |   |                                |             | 보고서<br>면수   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 감태부산물의 확보 및 재처리 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 감태 부산물 확보(2종) : 50% 농축액, 분말</li> <li>- 농축액은 2,500원/L 제조비용 발생, 동결건조는 경제성 저하</li> </ul> </li> <li>○ 영양학적 특성 평가 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 감태에는 비타민 C, 후코이단, 미네랄 등 면역력 개선물질 다량 함유</li> <li>- 농축액은 분말보다 높은 조회분, 낮은 조섬유 함량</li> </ul> </li> <li>○ 현장실증실험 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 넙치는 성장 및 사료효율 개선, 돌돔은 성장저하 없음</li> <li>- 전복은 첨가량의 증가에 따른 지속적인 성장감소 및 섭취량 저하</li> </ul> </li> <li>○ 생리활성 개선효과(넙치) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 혈장 라이소자임은 실험 8주후 감태 첨가구가 대조구보다 높게 나타남</li> <li>- 공기 노출 후의 코르티졸 함량은 대조구가 감태 첨가구보다 높은 값을 보임</li> <li>- 자체 면역력 개선이 스트레스 저항성 개선으로 나타남</li> </ul> </li> </ul> |                               |   |                                |             |   |
| 색인어<br>(각 5개 이상)  | 한글                            | 감태, 성장, 스트레스 저항성, 생리활성  |                                |             |   |
|   | 영어                            | <i>Ecklonia cava</i> , growth, stress resistance, physical activity |                                |             |   |

# 요 약 문

## I. 제주 현장애로 해소연구

(제주특산 감태 부산물 자원의 효율적 활용에 관한 연구)

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 감태 부산물의 확보 및 재처리 기술 확보, 영양학적 특성평가, 현장 실증실험을 통한 감태 유용 부산물의 산업화 유도로 현장애로 해결
- 제주 특산 감태 자원에서 추출되는 "SEANOL"은 음료, 의약품, 식품 등에 다양하게 활용되고 있으나, 이 과정에서 다량 발생하는 부산물의 처리 및 활용문제가 대두됨
- 감태 부산물의 사료활용으로 감태의 입체적 이용 및 해산 배합사료 개발 필요

## III. 연구개발의 내용 및 범위

### 가. 감태 부산물의 확보 및 재처리

- 부산물 확보 방안
- 재처리 및 가공 방법

### 나. 영양학적 특성 평가

- 일반성분, 기능성성분

### 다. 실증실험 및 사육관리

- 실증실험 : 대상어 - 넙치, 돌돔, 전복
- 사육관리: 어류 - 8주 사육, 사료공급 2회/1일  
전복 - 12주 사육, 사료공급 1회/1일

### 라. 생리활성 개선효과 평가

- 면역력 : Lysozyme
- 스트레스 저항성: 공기노출, cortisol 등

## IV. 연구개발결과

### 가. 감태부산물의 확보 및 재처리

- 감태 부산물 확보(2종) : 50% 농축액, 분말
- 농축액은 2,500원/L 제조비용 발생, 동결건조는 경제성 저하

#### 나. 영양학적 특성 평가

- 감태에는 비타민 C, 후코이단, 미네랄 등 면역력 개선물질 다량 함유
- 농축액은 분말보다 높은 조회분, 낮은 조섬유 함량

#### 다. 성장, 사료효율 등 현장실증실험

- 넙치는 성장 및 사료효율 개선, 돌돔은 성장저하 없음
- 전복은 첨가량의 증가에 따른 지속적인 성장감소 및 섭취량 저하

#### 라. 생리활성 개선효과(넙치)

- 혈장 라이소자임은 실험 8주후 감태 첨가구가 대조구보다 높게 나타남
- 공기 노출 후의 코르티졸 함량은 대조구가 감태 첨가구보다 높은 값을 보임
- 자체 면역력 개선이 스트레스 저항성 개선으로 나타남

### V. 연구개발결과의 활용계획

- 해산어류 배합사료의 사료원료 및 기능성 첨가제로 보급

## S U M M A R Y

The effects of dietary a by-product of *Ecklonia cava* (BPE) on growth and physical activity (some non-specific immunity and stress resistance) were investigated in flounder, parrot fish and abalone. We are 2 types of liquid and powder were used to make the test diet. 50% liquid type was showed high vitamin and lower heavy metal content than the powder type. In an 8-week feeding trial of flounder, fish fed the diets with 1, 2, and 4% BPE showed higher weight gain and feed efficiency than that of control groups. No significant differences were found in survival, feed intake, final carcass proximate composition, among the dietary treatments. In an 8-week feeding trial of parrot fish, there were no significant differences in growth and feed efficiency. However, in a 3-month feeding trial of abalone, growth, feed efficiency and feed intake of abalone fed BPE diets were gradually decreased with increase of BPE content in the test diet. Significantly higher serum lysozyme activity of flounder were detected in BPM diet group as compared with the control diet group after 8-week. There were no significant differences in survival rate among the dietary treatments after 20 minutes air exposure test. But, fish fed BPE diets had significantly lower plasma cortisol level than those of control group at 0.5 hour after air exposure. These results reveal that the BPE in diets enhance growth and some non-specific immunity of flounder and parrot fish.



# 목 차

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 제 1 장 연구개발과제의 개요 .....      | 13 |
| 제 1 절 연구개발의 목적 .....        | 13 |
| 제 2 절 연구개발의 필요성 .....       | 13 |
| 제 3 절 연구개발의 범위 .....        | 13 |
| 1. 감태 부산물의 확보 및 재처리 .....   | 13 |
| 2. 영양학적 특성 평가 .....         | 13 |
| 3. 실증실험 및 사육관리 .....        | 13 |
| 4. 생리활성 개선효과 평가 .....       | 13 |
| 제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....     | 14 |
| 제 1 절 연구개발 현황 .....         | 14 |
| 제 2 절 감태의 산업적 이용 .....      | 15 |
| 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 .....  | 16 |
| 제 1 절 감태부산물의 확보 및 재처리 ..... | 16 |
| 1. 감태 부산물의 확보 .....         | 16 |
| 2. 재처리 및 가공방법 .....         | 17 |
| 제 2 절 영양학적 특성 평가 .....      | 17 |
| 1. 성분분석 .....               | 17 |
| 2. 일반성분 및 비타민 함량 .....      | 17 |
| 3. 아미노산, 지방산 조성 .....       | 18 |
| 4. 중금속(미네랄) 함량 .....        | 21 |
| 5. 기타 성분 .....              | 22 |
| 제 3 절 현장 실증실험 .....         | 23 |
| 1. 넙치 사육실험 .....            | 23 |
| 가. 실험사료 .....               | 23 |
| 나. 실험어 및 사육관리 .....         | 24 |
| 다. 어체측정 및 샘플링 .....         | 24 |
| 라. 성장효과 .....               | 24 |
| 마. 어체성분 변화 .....            | 24 |
| 바. 소화기관 중량 변화 .....         | 26 |
| 2. 돌돔 사육실험 .....            | 26 |
| 가. 실험사료 .....               | 26 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 나. 실험어 및 사육관리 .....            | 27 |
| 다. 어체측정 및 샘플링 .....            | 27 |
| 라. 성장효과 .....                  | 28 |
| 마. 소화기관 중량 변화 .....            | 28 |
| 3. 전복 사육실험 .....               | 29 |
| 가. 실험사료 .....                  | 29 |
| 나. 실험어 및 사육관리 .....            | 30 |
| 다. 어체측정 및 샘플링 .....            | 31 |
| 라. 성장효과 .....                  | 31 |
| 마. 어체성분 변화 .....               | 33 |
| 제 4 절 생리활성 개선효과 .....          | 34 |
| 1. 면역력 개선효과 .....              | 34 |
| 가. 실험방법 .....                  | 34 |
| 나. 혈장 라이소자임 변화 .....           | 34 |
| 2. 스트레스 저항성 .....              | 35 |
| 가. 실험방법 .....                  | 35 |
| 나. 공기노출 후의 생존율 .....           | 35 |
| 다. 공기노출후 스트레스 호르몬 변화 .....     | 36 |
| 제 5 절 요약 및 고찰 .....            | 36 |
| 1. 감태부산물 확보 및 재처리 .....        | 36 |
| 2. 영양학적 특성 .....               | 38 |
| 3. 현장 실증실험 .....               | 39 |
| 4. 생리활성 개선효과 .....             | 40 |
| 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 ..... | 41 |
| 제 1 절 목표 달성도 .....             | 41 |
| 제 2 절 관련분야 기여도 .....           | 41 |
| 제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....       | 42 |
| 제 6 장 참고문헌 .....               | 43 |

# CONTENTS

|  |    |
|--|----|
| Chapter 1. Introduction .....  | 13 |
| Section 1. Objective of the research .....                                 | 13 |
| Section 2. Necessities of the research .....                               | 13 |
| Section 3. Scope of the research .....                                     | 13 |
| <br>   |    |
| Chapter 2. Technical states of domestic and foreign .....                  | 14 |
| Section 1. States of technical development .....                           | 14 |
| Section 2. Industrial utilization of <i>E. cava</i> .....                  | 15 |
| <br>   |    |
| Chapter 3. Contents and result of the research .....                       | 16 |
| Section 1. Secure and reprocessing of a by-product of <i>E. cava</i> ..... | 16 |
| Section 2. Evaluation of nutrient characteristic .....                     | 17 |
| Section 3. Fish test of a by-product of <i>E. cava</i> .....               | 23 |
| Section 4. Improvement effect of physical activity .....                   | 34 |
| Section 5. Summary and discussion .....                                    | 37 |
| <br>   |    |
| Chapter 4. Achievement and expectable effects of the research .....        | 41 |
| Section 1. Achievement of the research .....                               | 41 |
| Section 2. Expectable effects of the research .....                        | 41 |
| <br>   |    |
| Chapter 5. Application plans of the research .....                         | 42 |
| <br>   |    |
| Chapter 6. References .....  | 43 |

## 그림 목 차

|  |    |
|--|----|
| 그림 1. 제주연안 바다속에 서식하는 감태 .....                    | 14 |
| 그림 2. 감태 부산물 50% 농축액 .....                       | 16 |
| 그림 3. 넙치 8주 후의 성장률 비교 .....                      | 25 |
| 그림 4. 실험전복 및 실험사육수조 .....                        | 31 |
| 그림 5. 어체측정 및 샘플링 .....                           | 31 |
| 그림 6. 실험구별 전복 성장 비교 .....                        | 32 |
| 그림 7. 전복 실험 종료 후 성장률 비교 .....                    | 33 |
| 그림 8. 사육실험 4주 및 8주 후의 혈장 라이소자임 변화 .....          | 34 |
| 그림 9. 공기 노출 후 회복시간 경과에 따른 생존율 변화 .....           | 35 |
| 그림 10. 공기노출 후 회복시간 경과에 따른 혈중 코르티졸 함량 변화 .....    | 36 |
| 그림 11. 감태의 산업적 이용 및 수요량 예측(자료 출처: (주)라이브캠) ..... | 37 |
| 그림 12. 감태의 입체적인 산업적 이용 전략(자료 출처: (주)라이브캠) .....  | 38 |

## FIGURE LISTS

|  |    |
|--|----|
| 그림 1. <i>E. cava</i> live in jeju coastal .....  | 14 |
| 그림 2. 50% concentrate a by-product of <i>E. cava</i> .....                                 | 16 |
| 그림 3. Growth rate of flounder after 8-week .....   | 25 |
| 그림 4. Experimental abalone and tanks .....   | 31 |
| 그림 5. Measurement and sampling .....   | 31 |
| 그림 6. Comparison of growth among the test groups .....                                     | 32 |
| 그림 7. Growth rate of abalone after 3-month .....   | 33 |
| 그림 8. Changes in plasma lysozyme after 4-week and 8-week .....                             | 34 |
| 그림 9. Changes in survival rate of flounder after the air exposure .....                    | 35 |
| 그림 10. Changes in plasma cortisol level after the air exposure .....                       | 36 |
| 그림 11. Industrial utilization and a predication demands of <i>E. cava</i> (by LIVE CAM) .. | 37 |
| 그림 12. The industrial use strategy of <i>E. cava</i> (by LIVE CAM) .....                   | 38 |

## 표 목 차

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 표 1. 감태 부산물 일반성분 및 비타민 함량표 .....      | 18 |
| 표 2. 감태 부산물의 구성아미노산 분석 결과 .....       | 19 |
| 표 3. 감태 부산물의 지방산조성 .....              | 20 |
| 표 4. 감태 부산물의 미네랄(중금속) 분석결과 .....      | 21 |
| 표 5. 제주산 감태추출 농축액 성분표(제주도농업기술원) ..... | 22 |
| 표 6. 넙치용 실험사료 조성 및 분석결과 .....         | 23 |
| 표 7. 넙치 현장실험 사육실험 결과 .....            | 25 |
| 표 8. 넙치 실험종료 후 어체성분 변화 .....          | 26 |
| 표 9. 넙치 실험종료 후의 소화기관중량 비교 .....       | 26 |
| 표 10. 돌돔용 실험사료 조성 .....               | 27 |
| 표 11. 돌돔 사육실험 결과 .....                | 28 |
| 표 12. 돌돔 실험종료 시의 소화기관 중량 비교 .....     | 29 |
| 표 13. 전복용 실험사료 조성 및 분석결과 .....        | 30 |
| 표 14. 전복 현장실험 사육실험 결과 .....           | 32 |
| 표 15. 전복 실험 종료 후 어체성분 .....           | 33 |

## TABLE LISTS

|   |    |
|---|----|
| Table 1. Chemical proximate composition and vitamins contents of<br>a by-production of <i>E. cava</i> ..... | 18 |
| Table 2. Amino acid contents in a by-production of <i>E. cava</i> .....                                     | 19 |
| Table 3. Fatty acid composition in a by-production of <i>E. cava</i> .....                                  | 20 |
| Table 4. A heavy metal (mineral) contents in a by-production of <i>E. cava</i>                              | 21 |
| Table 5. Ingredient of a by-production of Jeju <i>E. cava</i> .....   | 22 |
| Table 6. Formulation and chemical proximate composition of the test diets<br>for flounder .....             | 23 |
| Table 9. Growth performance of flounder fed the test diets for 8-week ..                                    | 25 |
| Table 7. Proximate composition of whole carcass in flounder after 8-week ..                                 | 25 |
| Table 8. Relative organ weights to somatic weight of flounder after 8-week ..                               | 26 |
| Table 9. Formulation and chemical proximate composition of th test diets<br>for parrot fish .....           | 26 |
| Table 10. Growth performance of flounder fed the test diets for 8-week ..                                   | 27 |
| Table 11. Relative organ weights to somatic weight of parrot fish after 8-week ..                           | 28 |
| Table 12. Formulation and chemical proximate composition of the test<br>diets for abalone .....             | 29 |
| Table 13. ....  | 30 |
| Table 14. Growth performance of abalone fed the test diets for 3-month ..                                   | 32 |
| Table 15. Proximate composition of whole carcass of abalone after 3-month ..                                | 33 |

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 목적

본 연구에서는 감태 부산물의 확보 및 재처리 기술개발, 영양학적 특성평가, 현장 실증 실험을 통한 감태 유용 부산물의 산업화 유도로 현장애로를 해결하고자 한다.

## 제 2 절 연구개발의 필요성

제주 특산 감태 자원에서 추출되는 "SEANOL"은 음료, 의약품, 식품 등에 다양하게 활용되고 있으나, 추출과정에서 다량 발생하는 부산물의 처리 및 활용문제가 대두되고 있다. 따라서 감태 부산물의 사료활용으로 감태의 입체적 이용 및 해산 배합사료의 개발이 필요하다.

## 제 3 절 연구개발의 범위

### 1. 감태 부산물의 확보 및 재처리

SEANOL 추출공정 및 부산물 생산량 등을 조사하고, 부산물의 물리적 특성을 분석하여 동결건조 등에 의한 효율적인 부산물 재처리 및 가공방법에 대해 연구한다.

### 2. 영양학적 특성 평가

수분, 조단백, 조지방 등의 일반성분과 아미노산, 지방산, 미네랄, 비타민 등의 기능성 성분을 분석하여 감태의 효과적인 주요성분들에 대해 이해하고 사료 원료 및 첨가제로서의 이용 가치를 평가한다.

### 3. 실증실험 및 사육관리

넙치, 들돔, 전복을 대상으로 실험사료를 설계, 제작하여 직접 공급하여 성장효과를 검증하는 실증실험을 실시한다.

### 4. 생리활성 개선효과 평가

감태사료를 공급한 사육생물에 대한 Lysozyme 등을 측정하여 면역력 개선 효과를 검토하고, 공기노출과 혈중 스트레스 호르몬 cortisol의 분석을 통해 스트레스 저항성 개선 효과를 검증한다.



## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 연구개발 현황

감태는(*Ecklonia cava*)는 갈조류 미역과에 속하는 다년생 해조류로서 우리나라에서는 동해남부와 제주도를 포함한 남해안 일대에서 관찰된다. 감태는 우리나라에서는 일부지역에서만 생산될 뿐만 아니라 식용하는 지역이 거의 없어 그 이용성이 매우 낮은 해조류의 하나이었다. 그러나 제주연안에 다량 서식하고 있는 감태는 대형 갈조류로 전복과 소라 등의 패류 먹이로 연안환경 조성에 없어서는 안되는 대상종의 하나이다. 또한 최근에 바다식물의 Polyphenol인 phlorotannin은 항균제 및 항플라즈민 저해제, 항산화제 등 그 가능성이 속속 드러나면서 새로운 기능성 소재로서 주목을 받고 있다(Park et al., 1991; 김과 이, 2004). 또한 제주 감태는 세포 재생효과와 항산화 효과를 검증한 결과 세포재생에는 큰 효과가 없으나 항산화 효과가 매우 뛰어난 사실을 밝혀냈다(정과 이, 2007).

감태는 최근의 연구에서 노화를 비롯한 성인병의 원인인 자유라디칼의 산화를 방지하여 만성성인병 예방에 큰 도움이 된다고 보고되고 있다. 이는 쥐를 이용한 임상실험에도 그 효과가 밝혀졌는데 혈당, LDL/HDL-콜레스테롤 비율을 개선하고 신장의 산화적 스트레스를 억제하는 경향을 보여 항당뇨 효과가 있음이 밝혀졌다(김 등, 2008). 최근에는 해산어류 사료 첨가제로서도 연구가 시도되었는데(Kim and Lee, 2008), 돌돔의 사료 첨가제로서 사용하였을 때 성장개선 효과는 없었으나, 돌돔의 비특이적 세포성 면역능을 현저히 증가시키고, 돌돔의 생리기능에 부정적인 영향을 미치지 않는다는 보고도 있다(원 등, 2004).



그림 1. 제주연안 바다속에 서식하는 감태

## 제 2 절 감태의 산업적 이용

감태는 알긴산이나 요오드·칼륨을 만드는 주요 원료가 되며 식용으로도 사용되고 철분, 칼륨, 요오드 등 각종 무기염류와 비타민 A, C 등을 다량 함유하고 있는데다 숙취해소의 효과도 있다고 알려지고 있다. 이러한 감태는 분말 형태로 가공하여 케이크 제조시 첨가제로 사용되기도 하고(이와 허, 2010), 효소추출공법으로 제조한 감태 효소 추출물을 즉석국수 제조시 적용하여 고품질의 식품개발에도 활용되고 있다.

특히 최근 제주도내 한 업체는 감태에서 추출한 폴리페놀 물질인 씨놀(Seanol)이 노화방지와 세포보호, 염증억제 등 신약으로써 효과가 미국 식품의약국(FDA)으로부터 국내 최초로 NDI(New Dietary Ingredient)로 공식인정을 받는데다 스트레스성 등 탈모증의 종류에 관계없이 발모 효과를 가진 천연 신물질인 '에클로탄닌'을 함유하는 것으로 밝혀짐에 따라 연구와 활용에 있어 그 수요가 급증하고 있다. 에클로탄닌은 갈조류에서 발견되는 폴리페놀 성분 중 희귀한 구조를 갖는 엑솔게 천연분자로만 구성된 신물질로, 극심한 만성적 스트레스 요인으로 부터 표피뿐만 아니라 진피층의 만성염증의 발생을 80% 이상 제거하는 탁월한 효과를 가지고 있다.

이러한 씨놀을 이용한 제품은 화장품, 의약품, 식품 등에 널리 사용되면서 제주도에서는 이제까지 관심을 갖지 못했던 감태의 수요가 증가하였다. 그러나 지난 2006년 7월 수산자원관리법 보호령에 의해 연중 감태 채취가 금지되어 일명 풍태(태풍, 높은 파도 등에 떠 밀려온 감태)로 연간 250톤 정도를 생산하고 있지만 그마저도 산지 수집상을 통한 비계통으로 유통되고 있는 실정이다. 제주도는 감태의 수요변화에 발맞추어 원료가 되는 감태의 원활한 공급을 위해 2009년부터 산업적인 감태 양식을 추진하고 있다. 감태양식은 아직 우월한 경제성을 보이지 않지만 감태의 사용범위가 증가하고, 자연산 채취 금지에 따른 적정량의 확보가 불투해지는 상황에서는 양식기술개발이 필요할 것으로 보인다. 이러한 미래의 수급을 고려하여 국립수산과학원 해조류바이오연구센터에서는 감태 인공종묘 생산과 양식실험을 통해 감태 양식의 기반을 마련하고 있다(황 등, 2010).

그러나, 제주도에서 감태를 이용하여 산업적으로 중요한 씨놀(SEANOL)이라는 물질이 추출되고 있으나, 이 과정에서 생산되는 부산물은 현재 이용방안이 마련되지 않아 버려지고 있는 실정이다. 이러한 씨놀 추출에 사용되는 감태의 소요량이 200여 톤이며, 부산물은 감태의 영양적인 성분을 그대로 보존되어 있으나, 산업적인 사용없이 산업 폐기물로 버려지고 있는 실정이다. 따라서 이러한 감태 부산물을 활용한 새로운 부가가치 산업 개발이 필요하며, 본 연구에서는 감태부산물의 사료가치를 평가하고자 하였다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 감태부산물의 확보 및 재처리

#### 1. 감태 부산물의 확보

감태는 수산업법상 인위적인 채취가 금지되어 있다. 제주도는 태풍이나 높은 파도, 바람 등에 의해 바위나 부착기질로부터 탈락하여 연안으로 떠밀려오는 것을 주민이나 어민들이 수거하여 일정기간 건조한 뒤 산지 수집상을 통해 비계통으로 판매되고 있는 실정이다. 이중 일부는 알긴산 추출을 위해 분말로 제작되고 200여톤의 감태는 씨놀 추출에 사용되는 것으로 추정하고 있다. 이중 씨놀 추출에 사용되는 감태의 부산물은 거의 대부분은 버려지고 있는 실정이다.

본 연구를 위해 감태 부산물은 2종을 확보하였는데, 먼저 씨놀 추출 후 추출액이 포함된 부산물을 50% 농축한 감태 부산물 농축액과 알긴산 제조를 위해 제조된 분말형태의 감태 분말을 확보하였다. 부산물 농축액이 생산되는 씨놀의 추출과정을 살펴보면 자연에서 수거된 감태(풍태)를 일정기간 건조하고 건조된 감태는 분해가 잘되도록 잘게 세절하여 발효가 잘되도록 발효주정 알콜을 첨가하여 발효과정을 거친다. 발효가 진행되면 효소 액상물질이 만들어지고 이곳에서 씨놀을 추출하게 되면 나머지는 부산물로 남게된다. 부산물은 90%의 수분을 함유한 암갈색의 액상 상태이며, 극소량의 씨놀 이외에 모두 부산물로 생산된다. 현재 이러한 부산물은 농업용 비료로 개발이 시도되어 일부 사용되고 있으나 그 사용량은 미비하여 입체적인 활용에 대한 방안 수립이 시급한 실정이다.

#### ※ SEANOL 추출과정

자연산 감태(풍태) 수거 → 세절 → 발효주정 알콜 첨가 → 효소액상물질 → SEANOL 추출 → 부산물



그림 2 감태 부산물 50% 농축액

## 2. 재처리 및 가공방법

씨늘 추출 후의 감태 부산물은 수분 90%의 액상 부산물로 농업용 영양제나 비료로 사용하기 위해 수분 50%로 농축하여 사용하고 있다. 농축에 사용되는 비용은 대량생산 체계가 갖추어지지 않은 관계로 2,500원/L 소요되고 있으며, 동결건조를 통한 분말형태의 상품제조도 가능하나 과도한 비용 발생으로 상업화 되지 않고 있다. 부산물의 색은 Dark Brown, 비중은 1.30~1.32, 고형분은 500~520 g/L, 성상은 수용성 액상 형태를 내고 있다. 분말은 건조 감태를 곱게 분쇄한 것으로 5,00~7,000/kg원 정도에 구입이 가능할 것으로 보인다. 따라서 감태 부산물을 건조량으로 환산할 경우 감태분말과 큰 차이를 보이지 않은 것으로 조사되었다.

## 제 2 절 영양학적 특성 평가

### 1. 성분분석

본 연구에 사용된 감태부산물 2종인 50% 농축액과 분말형태에 대한 성분분석을 실시하였다. 성분분석 항목은 일반성분, 비타민류, 아미노산, 지방산, 중금속(미네랄) 함량을 분석하였다. 일반성분은 수분, 조단백, 조지방, 조회분, 조섬유 함량을 분석하고, 비타민류는 비타민 C, D, K 3종을 대상으로 분석을 실시하였다. 아미노산은 15종의 구성아미노산을 대상으로 하였으며, 지방산은 지방 추출 후 지방산 조성을 %로 나타내었다. 중금속(미네랄)은 Cd 외 14종을 대상으로 분석을 실시하였다.

### 2. 일반성분 및 비타민 함량

일반성분 분석결과, 부산물 50% 농축액의 수분 함량은 51.9%이었으며, 분말은 10.9%의 수분 함량을 보였다. 조단백질 함량은 감태 분말이 12.9%로 7.9%의 농축액보다 높았으며, 조지방 함량은 각각 0.2, 0.5%로 2종 모두 낮은 함량을 보였다. 조회분은 농축액이 분말보다 2.4배 높았으며, 조섬유는 반대로 감태 분말이 15배 이상 높게 나타났다.

비타민류 중 비타민 C 함량이 2종 모두 타 비타민류에 비해 높은 27.8~31.0 mg/100g으로 높은 값을 보였는데, 제주도 감귤의 35 mg/100g 과 거의 유사한 함량을 나타내었다. 비타민 D는 0.2~0.5 mg/100g 범위이었으며, 비타민 K는 0.9~1.3 mg/100g으로 농축액과 분말 사이에 큰 차이를 보이지 않았다.

표 1. 감태 부산물 일반성분 및 비타민 함량표

|                  |        | 감태 50% 농축액 | 감태 분말 |
|------------------|--------|------------|-------|
| 일반성분(%)          | 수분     | 51.9       | 10.9  |
|                  | 조단백질   | 7.9        | 12.3  |
|                  | 조지방    | 0.2        | 0.5   |
|                  | 조회분    | 24.1       | 10.4  |
|                  | 조섬유    | 0.49       | 7.5   |
| 비타민<br>(mg/100g) | Vit. C | 31.0       | 27.8  |
|                  | Vit. D | 0.5        | 0.2   |
|                  | Vit. K | 1.3        | 0.9   |

### 3. 아미노산, 지방산 조성

구성아미노산 분석결과, 전체적으로 부산물 농축액이 감태 분말에 비해 낮은 함량을 보였으며, 합계에서도 감태 분말의 약 60% 수준을 나타내었다. 그러나 맛과 향미에 관련된 글루타민산(Glu.)은 부산물 농축액이 3.37 g/100g으로 감태분말의 2.48 g/100g보다 높은 값을 보였다.

지방산 함량중 C16:0은 부산물 농축액이 40.864%로 감태분말의 30.509%보더 약 10%정도 높은 값을 보였다. C18:0도 부산물 농축액이 약 4.4배 정도 높았으며, C18:1n-9도 감태 분말보다 높은 값을 나타내었다. 그러나 C16:1과 C20:3은 감태분말이 부산물 농축액보다 2배 가까이 높은 값을 보였다. 한편 C14:1, C15:1, C17:0, C17:1, C20:0, C20:1, C20:2, C24:0은 감태 분말의 경우 미량이라도 모두 검출되었으나 부산물 농축액에서는 검출되지 않아 부산물 농축액은 단순한 지방산 구조를 갖는 것으로 조사결과 나타났다. 그러나 어류에 있어서 필수지방산으로 분류되는 C20:5n-3 (EPA)와 22:6n-3 (DHA)는 2종 모두 검출되지 않았다.

표 2. 감태 부산물의 구성아미노산 분석 결과

| 구성아미노산 | 감태엑기스(50%) | 감태분말 |
|--------|------------|------|
| Asp.   | 0.22       | 0.97 |
| Thr.   | 0.09       | 0.42 |
| Ser.   | 0.10       | 0.45 |
| Glu.   | 3.37       | 2.48 |
| Pro.   | 0.08       | 0.27 |
| Gly.   | 0.10       | 0.47 |
| Ala.   | 1.17       | 0.94 |
| Val.   | 0.06       | 0.47 |
| Ile.   | 0.05       | 0.42 |
| Leu.   | 0.06       | 0.67 |
| Tyr.   | 0.03       | 0.22 |
| Phe.   | 0.04       | 0.38 |
| His.   | 0.07       | 0.32 |
| Lys.   | 0.03       | 0.47 |
| Arg.   | 0.04       | 0.40 |
| Total  | 5.51       | 9.33 |

표 3. 감태 부산물의 지방산조성

| Fatty acid     | 감태엑기스(50%) | 감태분말   |
|----------------|------------|--------|
| C14:0          | 5.034      | 5.576  |
| C14:1          | -          | 0.123  |
| C15:0          | 0.720      | 0.322  |
| C15:1          | -          | 1.049  |
| C16:0          | 40.864     | 30.509 |
| C16:1          | 5.356      | 10.636 |
| C17:0          | -          | 0.175  |
| C17:1          | -          | 0.137  |
| C18:0          | 7.141      | 1.618  |
| C18:1n-9       | 21.955     | 17.208 |
| C18:2n-9       | 5.780      | 6.859  |
| C18:3n-6       | 1.864      | 2.154  |
| C18:3n-9       | 1.576      | 2.629  |
| C20:0          | -          | 0.234  |
| C20:1          | -          | 0.118  |
| C20:2          | -          | 0.626  |
| C20:3          | 7.066      | 16.168 |
| C21:0          | 2.647      | 3.486  |
| C22:1          | -          | 0.084  |
| C20:5n-3 (EPA) | -          | -      |
| C24:0          | -          | 0.029  |
| 22:6n-3 (DHA)  | -          | -      |
| Total          | 100        | 100    |

#### 4. 중금속(미네랄) 함량

카드뮴(Cd)은 부산물 농축액이 0.42 ppm으로 감태 분말의 0.99 ppm의 절반 이하로 검출되었으며, 납(Pb)도 감태분말의 1/5 수준으로 낮은 값을 보였다. 칼슘(Ca)은 부산물 농축액이 963.43 ppm으로 감태분말의 1.07 ppm 보다 매우 높은 값을 보였는데 이는 씨늘 추출과정에서 감태의 염분이 제거되지 않았을 뿐만 아니라 2종의 제조 과정의 차이로 판단된다. 인(P)도 다른 성분에 비해 매우 높은 값을 보였으며, 아연(Zn)의 경우는 감태분말이 25.63 ppm으로 부산물 농축액의 3.44 ppm보다 7배 이상 높은 값을 나타내었다.

표 4. 감태 부산물의 미네랄(중금속) 분석결과

| 성분              | 부산물 농축액(50%) | 감태분말   |
|-----------------|--------------|--------|
| Cd(ppm)         | 0.42         | 0.99   |
| Pb(ppm)         | 0.10         | 0.50   |
| Ca(%) / Ca(ppm) | 963.43       | 1.07   |
| P(ppm)          | 745.19       | 777.38 |
| K(%)            | 3.31         | 1.54   |
| Na(%)           | 2.21         | 1.01   |
| Fe(ppm)         | 68.76        | 95.78  |
| Mn(ppm)         | 1.33         | 4.34   |
| Zn(ppm)         | 3.44         | 25.63  |
| Mg(%)           | 0.36         | 0.61   |
| Cu(ppm)         | 10.39        | 14.90  |
| Se(ppb)         | 34.39        | 20.86  |
| Cr(ppm)         | 1.21         | 0.98   |
| Hg(ppb)         | 0.85         | 1.22   |
| As(ppm)         | 0.45         | 0.67   |



## 5. 기타 성분

부산물 농축액을 구입한 개인 업체에서는 제주도 농업기술원에 의뢰하여 자체적인 성분분석결과를 확보하고 있었다. 제주도 농업기술원의 분석결과, 감태 50% 농축액에는 유기물이 19.6% 함유되었으며, 60여종의 다양한 미네랄 성분을 함유하고 있었다. 후코이단은 5%를 함유하는데, 다른 갈조류에 비해 많은 양을 함유하고 있었다. 후코이단은 미역, 다시마, 툯 등의 갈조류에 미끌미끌한 점액질 성분 중 하나로 황산화 후코스(fucose)를 주요 구성원으로 한 다당체 물질이다. 이러한 후코이단은 암과 대항하여 몸의 면역을 높이는 물질로 알려져 있는데, 암세포를 공격하지 않고 자연적으로 소멸하게 만드는 즉 암세포가 자살하도록 촉진하는 역할을 하며, 이를 아포토시스(Apoptosis; 세포의 자살) 촉진작용이라고 한다(Yamamoto et al., 1981). 갈조류에도 극히 미량 함유되어 있으나 감태에 다량 함유된 것으로 본 분석결과 나타났다.

표 5. 제주산 감태추출 농축액 성분표(제주도농업기술원)

| 성분(부산물 50% 농축액)               | 함량              |
|-------------------------------|-----------------|
| 유기물                           | 19.6 %          |
| 후코이단                          | 5 %             |
| 질소                            | 1.03~1.20 %     |
| 인산                            | 0.20~0.30 %     |
| 칼륨                            | 6.85~8.10 %     |
| 유황                            | 3.15~4.50 %     |
| 칼슘                            | 1,900~2,500 ppm |
| 마그네슘                          | 6,400~7,500 ppm |
| 나트륨                           | 4.76 %          |
| 붕소                            | 117.8 ppm       |
| 아연                            | 43.1 ppm        |
| 철                             | 414 ppm         |
| 몰리브덴                          | 1.91 ppm        |
| 망간                            | 92.08 ppm       |
| 구소, 구리, 게르마늄, 바나듐, 셀레늄 외 60여종 |                 |

### 제 3 절 현장 실증실험

#### 1. 넙치 사육실험

##### 가. 실험사료

어분을 주단백원으로 하여 감태 부산물을 건조중량 기준 0, 1, 2, 4, 8% 첨가한 5종의 실험사료를 제조하였다. 부산물 농축액이 50%의 수분을 함유하고 있는 것을 감안하여 사료성형을 위해 첨가되는 담수량을 조절하여 사료내 수분 함량이 30% 전후가 되도록 하였다. 실험사료 제조는 모든 사료원료를 고루 섞은 후 부산물 농축액과 담수를 넣어 잘 혼합하여 사료 제조기를 이용하여 직경 3 mm 크기로 성형하였다. 제조된 사료는 -20℃에 냉동 보관하면서 공급하였다.

실험사료 분석결과, 수분은 28.4~29.7% 범위이었으며, 조단백질함량은 35%내외(건중량 50% 내외) 이었으며, 조지방은 10% 내외로 실험사료간에 차이를 보이지 않았다. 조회분은 7.6~9.3% 범위로 감태 부산물 첨가량이 증가할수록 동반 상승하였고, 조섬유는 반대로 점차 감소하는 경향을 보였다.

표 6. 넙치용 실험사료 조성 및 분석결과

|                            | 0 %  | 1 %  | 2 %  | 4 %  | 8 %  |
|----------------------------|------|------|------|------|------|
| Fish meal (65% protein)    | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   |
| Soybean meal (48% protein) | 15   | 15   | 15   | 15   | 15   |
| Wheat flour (20% protein)  | 20   | 19   | 18   | 16   | 12   |
| <i>Enklonia</i> (농축액)      | 0    | 1    | 2    | 4    | 8    |
| α-potato starch            | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
| Squid liver oil            | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    |
| Vitamin premix             | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| Mineral premix             | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 분석결과(%)                    |      |      |      |      |      |
| Moisture                   | 29.7 | 29.7 | 29.1 | 28.4 | 28.9 |
| Crude protein              | 35.9 | 35.3 | 35.5 | 36.2 | 36.2 |
| Crude lipid                | 10.0 | 9.7  | 10.0 | 10.2 | 10.2 |
| Crude ash                  | 7.6  | 7.4  | 7.9  | 8.4  | 9.3  |
| Crude fiber                | 1.7  | 1.3  | 0.4  | 0.2  | 0.4  |

#### 나. 실험어 및 사육관리

본 연구에 사용된 실험어는 제주도 민간양식장에서 종묘생산된 평균체중 12~13g 내외의 넙치 치어를 실험장소인 국립수산물연구원 미래양식연구센터 시험포로 수송한 후 3주간 시판 배합사료로 실험 사육수조에 수용하여 순치 사육하였다. 예비사육 완료 후 200 L 원형수조에 각 50마리씩 실험구별 3반복으로 수용하여 실험사료를 1일 2회 반복 공급하여 8주간 사육하였다. 사육수는 여과해수를 사용하여 24 회전/일 되도록 유수식으로 공급하였으며, 모든 실험수조에 원활한 통기를 위해 에어스톤을 설치하였다.

#### 다. 어체측정 및 샘플링

어체측정은 실험전, 4주, 8주(종료시)에 실시하였으며, 실험어 전체의 무게를 측정하고 잔존 마리수를 조사하였다. 실험종료 시에는 각 실험수조별로 2마리(실험구별 6마리)를 무작위로 추출하여 내장중량 측정을 위해 사용하였다. 또한 각 실험수조별로 2마리(실험구별 6마리)를 무작위로 샘플링하여 어체 일반성분 분석에 사용하였다. 실험사료 및 어체의 일반성분은 AOAC(1995)의 방법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조회분은 직접회화법, 단백질은 자동 조단백질 분석기, 조지방은 Soxhlet 추출장치를 이용하여 분석하였다.

#### 라. 성장효과

8주 실험 종료후의 평균체중은 실험전보다 2배 이상 성장하였으며, 감태 부산물 첨가구가 대조구인 0% 첨가구보다 모두 높았으며, 1% 첨가구가 39.1g으로 가장 높은 값을 보였다. 성장률, 일간성장률 모두 감태 부산물 첨가구가 우수한 성적을 보였으며, 사료효율은 1% 첨가구가 67.3%로 대조구의 55.4%보다 높았다. 생존률은 4% 첨가구를 제외한 감태 첨가구가 대조구보다 모두 높은 값을 보였으며, 비만도도 감태첨가구가 대조구 보다 높은 값을 보여 영양소의 어체 축적이 정상적으로 이루어지는 것으로 판단되었다.

#### 마. 어체성분 변화

전어체 성분 중 수분은 74.6~76.3% 범위를 나타내었다. 조단백질 함량은 성장이 가장 좋았던 1% 첨가구에서 18.7%로 가장 높았으며, 대조구보다 감태 부산물 첨가구가 모두 높은 값을 나타내었다. 조지방은 3.0~3.6%로 실험구간의 차이를 보이지 않았으며, 조회분도 실험구간의 큰 차이를 보이지 않았다.

표 7. 넙치 현장실험 사육실험 결과

|               | 감태 부산물 (%) |       |       |       |       |
|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|
|               | 0          | 1     | 2     | 4     | 8     |
| 실험전 평균체중 (g)  | 12.7       | 12.6  | 12.6  | 12.8  | 12.5  |
| 종료후 평균체중 (g)  | 32.9       | 39.1  | 35.4  | 38.9  | 34.2  |
| 성장률 (%)       | 159.5      | 211.8 | 181.1 | 203.1 | 174.3 |
| 일간성장률 (%/day) | 1.59       | 1.89  | 1.71  | 1.84  | 1.68  |
| 사료효율 (%)      | 55.4       | 67.3  | 58.9  | 56.7  | 55.6  |
| 생존율 (%)       | 88.7       | 96.0  | 94.0  | 82.7  | 93.3  |
| 비만도           | 16.8       | 17.9  | 18.7  | 16.8  | 18.2  |

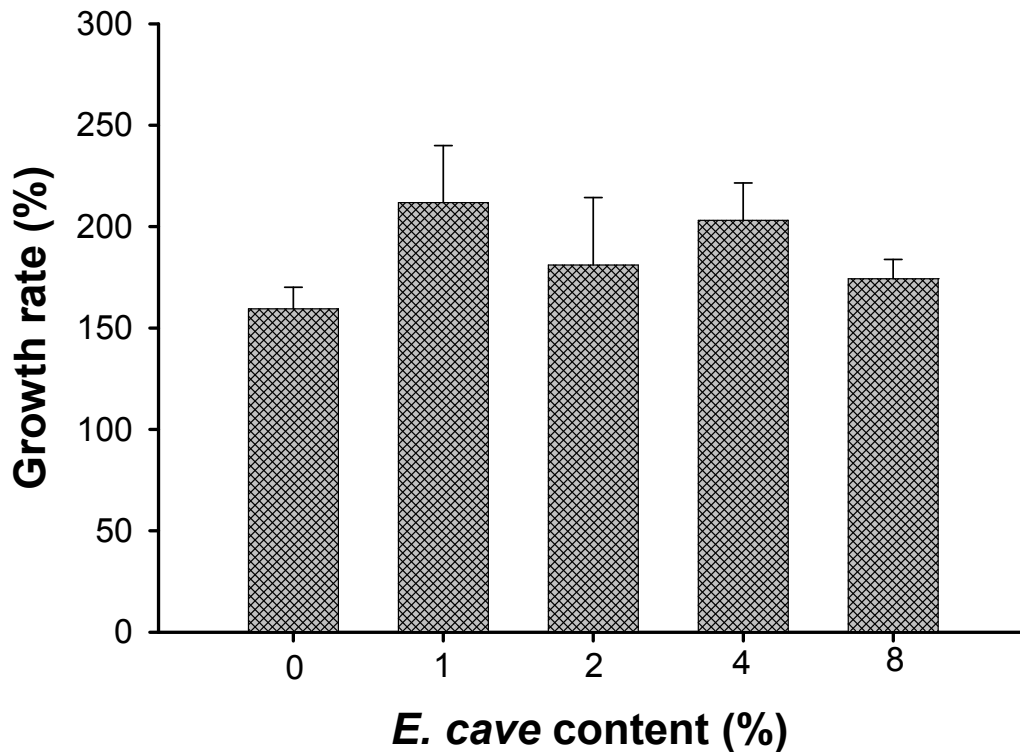


그림 3. 넙치 8주 후의 성장률 비교

표 8. 넙치 실험종료 후 어체성분 변화

|      | 감태 부산물 (%) |      |      |      |      |
|------|------------|------|------|------|------|
|      | 0          | 1    | 2    | 4    | 8    |
| 수분   | 75.4       | 74.6 | 76.3 | 75.1 | 75.4 |
| 조단백질 | 17.0       | 18.7 | 17.9 | 17.9 | 17.6 |
| 조지방  | 3.2        | 3.3  | 3.0  | 3.6  | 3.6  |
| 조회분  | 3.9        | 4.3  | 3.9  | 4.1  | 4.4  |

#### 바. 소화기관 중량 변화

내장중량지수는 2% 첨가구가 4.0%로 가장 낮고 대조구가 4.6%로 가장 높은 값을 보였다. 간중량지수는 성장이 가장 좋았던 1% 첨가구에서 1.7%로 가장 높은 값을 보였다. 위중량지수는 0.8~0.9% 범위로 실험구간의 차이를 보이지 않았으나, 장중량지수는 1% 첨가구와 8% 첨가구가 대조구보다 높은 값을 보였다.

표 9. 넙치 실험종료 후의 소화기관중량 비교

|           | 감태 부산물 (%) |     |     |     |     |
|-----------|------------|-----|-----|-----|-----|
|           | 0          | 1   | 2   | 4   | 8   |
| 내장중량지수(%) | 4.6        | 4.5 | 4.0 | 4.3 | 4.4 |
| 간중량지수(%)  | 1.3        | 1.7 | 1.4 | 1.2 | 1.3 |
| 위중량지수(%)  | 0.9        | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.9 |
| 장중량지수(%)  | 1.3        | 1.7 | 1.4 | 1.3 | 1.7 |

## 2. 들돔 사육실험

### 가. 실험사료

어분을 주단백원으로 하여 넙치 실험사료와 동일하게 감태 부산물을 건조중량 기준 0, 1, 2, 4, 8% 첨가한 5종의 실험사료를 제조하였다. 실험사료의 제조 및 보관 등은 넙치

사육실험과 동일하게 실시하였다. 실험사료 분석결과, 넙치 실험사료와 유사한 결과를 나타내었다.

#### 나. 실험어 및 사육관리

본 연구에 사용된 실험어는 제주도 민간양식장에서 종묘생산된 평균체중 19 g 내외의 돌돔 치어를 실험장소인 국립수산물과학원 미래양식연구센터 시험포로 수송한 후 2주간 시판 배합사료로 실험 사육수조에 수용하여 순치 사육하였다. 예비사육 완료 후 200 L 원형수조에 각 50마리씩 실험구별 3반복으로 수용하여 실험사료를 1일 2회 만복 공급하여 8주간 사육하였다. 사육수는 여과해수를 사용하여 24 회전/일 되도록 유수식으로 공급하였으며, 모든 실험수조에 원활한 통기를 위해 에어스톤을 설치하였다.

#### 다. 어체측정 및 샘플링

어체측정은 실험전, 3주, 6주, 8주(종료시)에 실시하였으며, 실험어 전체의 무게를 측정하고 잔존 마리수를 조사하였다. 실험종료 시에는 각 실험수조별로 2마리(실험구별 6마리)를 무작위로 추출하여 내장중량 측정을 위해 사용하였다.

표 10. 돌돔용 실험사료 조성

|                            | 0 %  | 1 %  | 2 %  | 4 %  | 8 %  |
|----------------------------|------|------|------|------|------|
| Fish meal (65% protein)    | 55   | 55   | 55   | 55   | 55   |
| Soybean meal (48% protein) | 15   | 15   | 15   | 15   | 15   |
| Wheat flour (20% protein)  | 15   | 14   | 13   | 11   | 7    |
| <i>Enklonia</i> (농축액)      | 0    | 1    | 2    | 4    | 8    |
| $\alpha$ -potato starch    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
| Squid liver oil            | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    |
| Vitamin premix             | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| Mineral premix             | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 분석결과(%)                    |      |      |      |      |      |
| Moisture                   | 29.5 | 29.7 | 29.1 | 28.4 | 28.9 |
| Crude protein              | 36.9 | 35.3 | 35.5 | 36.2 | 36.2 |
| Crude lipid                | 10.2 | 9.7  | 10.0 | 10.2 | 10.2 |
| Crude ash                  | 7.5  | 7.4  | 7.9  | 8.4  | 9.3  |
| Crude fiber                | 0.2  | 1.3  | 0.4  | 0.2  | 0.4  |

#### 라. 성장효과

8주간의 실험종료후의 평균체중은 대조구와 감태 1% 첨가구는 거의 동일한 결과를 보였으며, 나머지 감태 첨가구도 성장에서 큰 차이를 보이지 않았다. 성장률, 일간성장률에서도 구간차를 보이지 않았으며, 사료효율에서도 1% 첨가구가 34.0%로 대조구의 32.1%보다 약간 높았으나 유의한 차이를 보이지 않았다. 생존률은 4% 첨가구를 제외한 감태 첨가구에서 대조구보다 다소 높은 경향을 나타내었다. 비만도는 생존율이 다소 낮았던 4% 첨가구가 47.6으로 대조구의 52.1보다 낮은 값을 보였다.

표 11. 돌돔 사육실험 결과

|               | 감태 부산물 (%) |       |       |       |      |
|---------------|------------|-------|-------|-------|------|
|               | 0          | 1     | 2     | 4     | 8    |
| 실험전 평균체중 (g)  | 18.6       | 19.2  | 19.2  | 19.1  | 19.0 |
| 종료후 평균체중 (g)  | 38.3       | 39.4  | 37.4  | 38.2  | 37.0 |
| 성장률 (%)       | 105.4      | 104.3 | 94.82 | 100.4 | 94.4 |
| 일간성장률 (%/day) | 1.20       | 1.20  | 1.11  | 1.16  | 1.11 |
| 사료효율 (%)      | 32.1       | 34.0  | 33.5  | 33.0  | 30.5 |
| 생존율 (%)       | 91.3       | 94    | 94.7  | 88.0  | 95.3 |
| 비만도           | 52.1       | 49.5  | 51.5  | 47.6  | 49.3 |

#### 마. 소화기관 중량 변화

내장중량지수는 9.0~9.5% 범위로 큰 차이를 보이지 않았으며, 간중량지수는 8% 첨가구의 1.8%를 제외하고는 2.0~2.2% 범위를 나타내었다. 위중량지수도 0.7~0.9%로 실험구간의 차이를 보이지 않았으나, 장중량지수는 8% 첨가구가 3.1%로 0%와 4% 첨가구의 3.7%보다 낮은 값을 나타내었다.

표 12. 들뜸 실험종료 시의 소화기관 중량 비교

|           | 감태 부산물 (%) |     |     |     |     |
|-----------|------------|-----|-----|-----|-----|
|           | 0          | 1   | 2   | 4   | 8   |
| 내장중량지수(%) | 9.4        | 9.1 | 9.1 | 9.5 | 9.0 |
| 간중량지수(%)  | 2.2        | 2.2 | 2.0 | 2.2 | 1.8 |
| 위중량지수(%)  | 0.8        | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.9 |
| 장중량지수(%)  | 3.7        | 3.6 | 3.3 | 3.7 | 3.1 |

### 3. 전복 사육실험

#### 가. 실험사료

어분을 주단백원으로 하여 감태 부산물을 건조중량 기준 0, 10, 20, 30, 40% 첨가한 5종의 실험사료를 제조하였다. 감태 첨가량의 증가에 따라 어분과 대두박 첨가량을 조절하여 전체량을 조절하였으며, 원활한 점결력 향상을 위하여  $\alpha$ -potato starch와 Sodium alginate를 각각 5% 및 8%씩 동일하게 첨가하였다. 사료제조는 준비된 사료원료를 배합비에 맞게 고루 혼합한 후 담수를 첨가하여 반죽형태로 제조하고 혼합된 반죽을 0.2 mm 두께로 고르게 편 다음 1.5×1.5 cm(가로×세로) 크기로 절단하여 서늘한 곳에 12시간 건조 후 수분을 어느정도 제거하였다. 제조된 사료는 -20℃에 냉동 보관하면서 공급하였다.

실험사료 분석결과, 수분은 44.7~59.4% 범위로 감태 첨가량이 증가할수록 동반 상승하였으며, 조단백질 함량은 22.4~8.1%까지 감태첨가량 증가에 따라 직선적으로 감소하였다. 지방함량도 감태 첨가량 증가에 따라 감소하는 경향을 보였으며, 조섬유 함량은 증가하는 경향을 나타내었다.



표 13. 전복용 실험사료 조성 및 분석결과

|                            | 0 %  | 10 % | 20 % | 30 % | 40 % |
|----------------------------|------|------|------|------|------|
| Fish meal (65% protein)    | 25   | 20   | 15   | 10   | 5    |
| Soybean meal (48% protein) | 30   | 25   | 20   | 15   | 10   |
| Wheat flour (20% protein)  | 25   | 20   | 20   | 20   | 20   |
| <i>Enklonia</i> powder     | -    | 10   | 20   | 30   | 40   |
| $\alpha$ -potato starch    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    |
| Squid liver oil            | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    |
| Vitamin premix             | 3    | 3    | 3    | 3    | 3    |
| Mineral premix             | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| Sodium alginate            | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    |
| 분석결과(%)                    |      |      |      |      |      |
| Moisture                   | 44.7 | 50.5 | 51.3 | 56.2 | 59.4 |
| Crude protein              | 22.4 | 20.1 | 15.2 | 11.5 | 8.1  |
| Crude lipid                | 3.7  | 3.0  | 3.0  | 2.5  | 2.0  |
| Crude ash                  | 5.3  | 5.2  | 5.3  | 5.1  | 5.0  |
| Crude fiber                | 0.4  | 0.8  | 1.5  | 1.5  | 1.5  |

#### 나. 실험어 및 사육관리

민간양식장에서 종묘생산된 평균체중 4.3 g 내외의 전복 치패를 300 L 사각수조에 각 100 마리씩 실험구별 3반복으로 수용하여 실험사료를 2일 1회 공급하여 3개월간 사육하였다. 사육수는 17~18℃ 범위의 지하해수를 사용하여 24 회전/일 되도록 유수식으로 공급하였으며, 모든 실험수조에 원활한 통기를 위해 에어스톤을 설치하였다. 또한 전복의 부착기질을 마련하기 위해 전복용 파판을 수조당 1개씩 설치하였다.



그림 4 실험전복 및 실험사육수조

#### 다. 어체측정 및 샘플링

어체측정은 실험전, 1개월, 2개월, 3개월(종료시)에 실시하였으며, 실험어 전체의 무게를 측정하고 잔존 마리수를 조사하였다. 실험종료 시에는 각 실험수조별로 15마리씩 중간크기의 개체를 추출하여 체중, 가식부중량, 패각중량, 각장, 각폭을 측정하였다. 측정 후 가식부는 냉동하여 일반상분 분석에 사용하였다. 실험사료 및 어체의 일반성분은 넙치 사육 실험과 동일하게 실시하였다.



그림 5. 어체측정 및 샘플링

#### 라. 성장효과

3개월간의 종료후 평균체중, 성장률, 일간성장률, 사료효율, 각장, 각폭 모두 감태 부산물 첨가량이 증가할수록 직선적으로 감소하였다. 특히 30%와 40% 첨가구는 실험전과 거의 같은 평균체중을 보여 전혀 성장하지 않은 것으로 나타났다. 생존율은 모든 실험구에서 90% 이상의 높은 값을 보였으며, 가식부 중량비도 63.0~65.2%로 실험구간의 차이를 보이지 않았다.



그림 6. 실험구별 전복 성장 비교

표 14. 전복 현장실험 사육실험 결과

|               | 감대 부산물 (%) |      |      |      |      |
|---------------|------------|------|------|------|------|
|               | 0          | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 실험전 평균체중 (g)  | 4.2        | 4.3  | 4.3  | 4.4  | 4.2  |
| 종료후 평균체중 (g)  | 7.4        | 6.4  | 5.1  | 4.5  | 4.2  |
| 각장 (cm)       | 3.8        | 3.7  | 3.6  | 3.4  | 3.3  |
| 각폭 (cm)       | 2.5        | 2.5  | 2.3  | 2.2  | 2.1  |
| 성장률 (%)       | 71.3       | 48.4 | 19.6 | 2.0  | 0    |
| 일간성장률 (%/day) | 0.54       | 0.39 | 0.18 | 0.02 | 0    |
| 사료효율 (%)      | 38.4       | 29.5 | 11.6 | 2.1  | 0    |
| 생존율 (%)       | 93.7       | 97.7 | 98.3 | 96.0 | 97.3 |
| 가식부 중량비 (%)   | 65.2       | 63.0 | 64.8 | 64.0 | 64.8 |

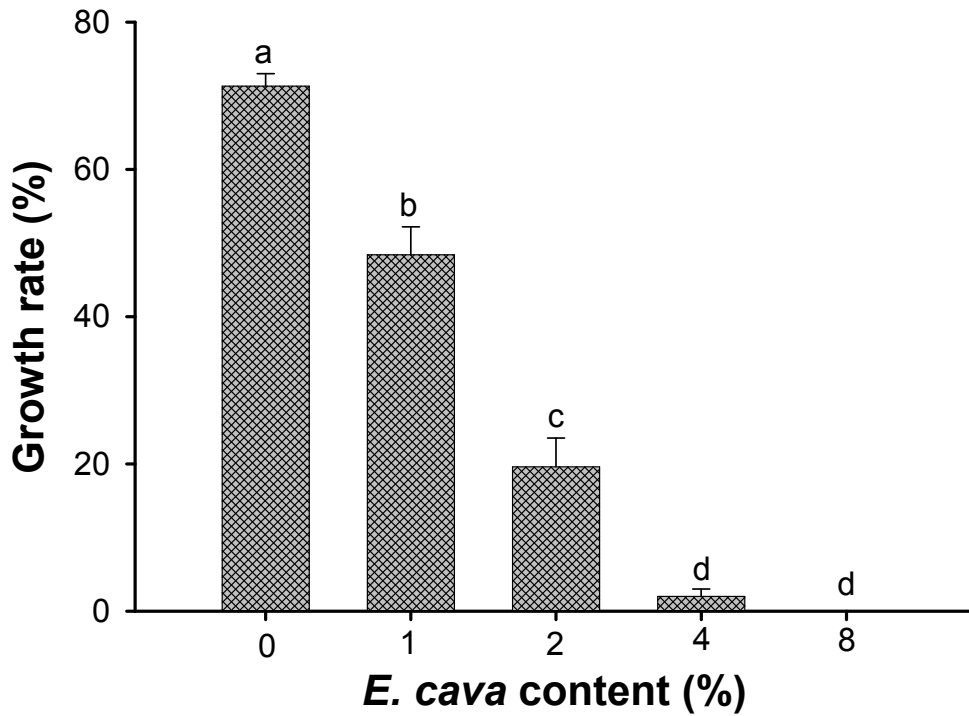


그림 7. 전복 실험종료 후 성장률 비교

#### 마. 어체성분 변화

전어체 성분 중 수분은 감태 첨가량이 증가함에 따라 약간 증가하는 경향을 보였다. 조단백질 함량은 감태 첨가량이 증가할수록 점차적으로 감소하여 대조구가 17.2%이었으며, 40% 첨가구는 14.6%로 매우 낮은 함량을 보였다. 조지방 함량도 감태 30%와 40% 첨가구가 대조구보다 낮았으며, 조회분 함량은 실험구간에 차이를 보이지 않았다.

표 15. 전복 실험 종료 후 어체성분

|               | 감태 부산물 (%) |      |      |      |      |
|---------------|------------|------|------|------|------|
|               | 0          | 10   | 20   | 30   | 40   |
| Moisture      | 78.3       | 78.2 | 78.7 | 79.3 | 79.9 |
| Crude protein | 17.2       | 16.8 | 16.2 | 15.6 | 14.6 |
| Crude lipid   | 1.0        | 0.9  | 1.0  | 0.6  | 0.7  |
| Crude ash     | 1.9        | 1.8  | 2.0  | 1.9  | 2.1  |

## 제 4 절 생리활성 개선효과

### 1. 면역력 개선효과

#### 가. 실험방법

면역 개선효과를 검토하기 위해 넙치 사육실험 4주 및 8주째에 각 실험구별로 6마리씩을 무작위로 샘플링 한 후 미부정맥으로부터 1 mL 주사기를 이용하여 혈액을 채취하였다. 혈액은 원심분리기(20000×g, 4 °C)로 혈장을 분리하여 혈장 라이소자임 활성 변화를 관찰하였다.

#### 나. 혈장 라이소자임 변화

실험 초기인 4주후에는 대조구에 비해 감태 첨가사료구가 모두 낮은 라이소자임 활성을 보였으나, 실험 종료시인 8주 후에는 8%구를 제외한 감태 첨가구가 대조구보다 높은 활성을 나타내었다. 감태 부산물은 장기간 첨가제로 사용할 경우 자체 면역력 향상에 효과가 있을 것으로 기대되며, 감태에 함유된 면역개선 물질이 해산 어류에도 효과가 있는 것으로 판되었다.

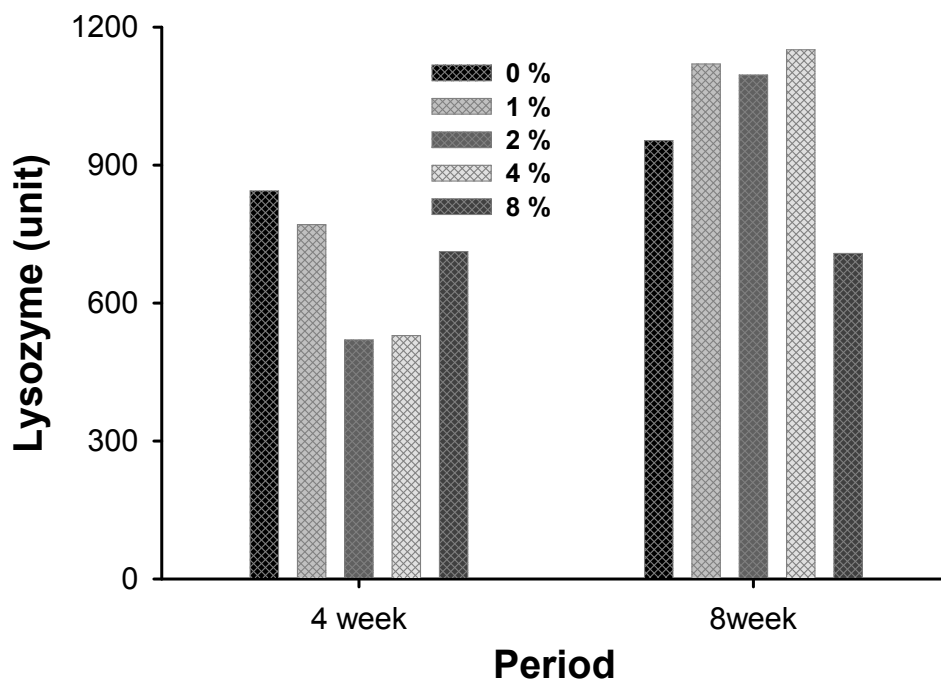


그림 8. 사육실험 4주 및 8주 후의 혈장 라이소자임 변화

## 2. 스트레스 저항성

### 가. 실험방법

실험 종료후 각 실험구별로 10마리씩 추출하여 공기중에 20분간 노출 후 해수를 공급하여 사육실험과 동일한 사육조건으로 사육하면서 48시간 동안의 생존률을 조사하였다. 폐사개체는 아가미를 움직이지 않고 완전히 호흡이 정지한 개체를 폐사 개체로 처리하였으며, 관찰 시간은 공기노출 후 0, 1, 2, 4, 8, 24, 36, 48 시간으로 하였다.

또한 공기노출 후 회복과정에서의 스트레스 호르몬 변화를 조사하기 위해 각 실험구별로 50마리씩 20분간의 공기 노출 후 신선한 해수를 공급하여 회복시키면서 시간경과에 따른 생리화학적 변화를 조사하였다. 마취 후 0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 24째에 각 실험구별로 5마리씩을 무작위로 채집하여 미부정맥으로부터 1 mL 주사기를 이용하여 혈액을 채취하였다. 혈액은 원심분리기(20000×g, 4 °C)로 혈장을 분리하여 cortisol 농도 변화를 분석 kit(Fuji DRI-CHEM Slide, Japan)를 사용하여 분석하였다.

### 나. 공기노출 후의 생존율

공기노출 후 생존률은 실험구간의 차이를 보이지 않았으며, 폐사개체도 많은 양이 발생하지 않았다. 여름철 20분간의 공기노출에 감태 부산물 첨가구도 대조구와 차이를 보이지 않은 것으로 보아, 영양적인 문제나 스트레스 저항성에 큰 문제가 없는 것으로 판단되었다.

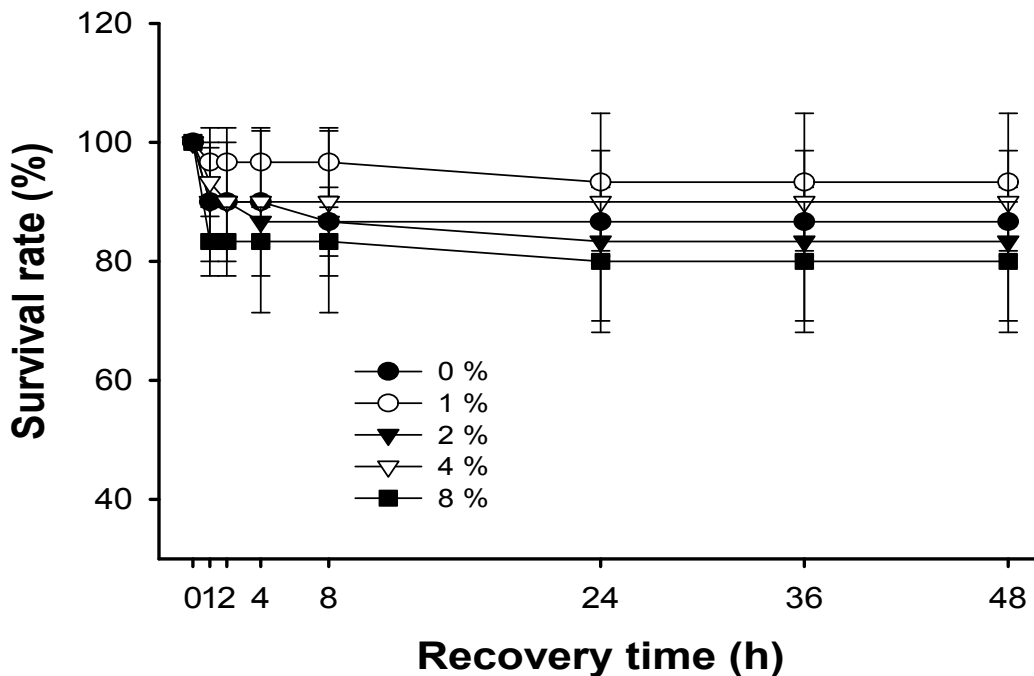


그림 9. 공기 노출 후 회복시간 경과에 따른 생존율 변화

#### 다. 공기노출 후 스트레스 호르몬 변화

공기 노출전 혈중 cortisol 함량은 7~12 ng/mL 수준이었으나, 공기노출 후 0.5시간 후에 급격히 증가하여 대조구가 65.3 ng/mL로 가장 높게 상승하였고, 감태 첨가구는 20~33 ng/mL 범위로 대조구보다 낮은 값을 보였다. 1간짜는 2% 첨가구가 대조구보다 약간 높은 것을 제외하고는 실험구간의 차이는 보이지 않았으며, 시간경과에 따라 점차 cortisol 함량은 감소하여 24시간 후에는 정상 수준으로 회복하였다. 감태 첨가 사료가 스트레스 호르몬 분비를 억제하는데 효과가 있는 것으로 판단되며, 감태사료의 자체 면역력 개선효과가 스트레스 저항성 향상으로 이어진 것으로 판단된다.

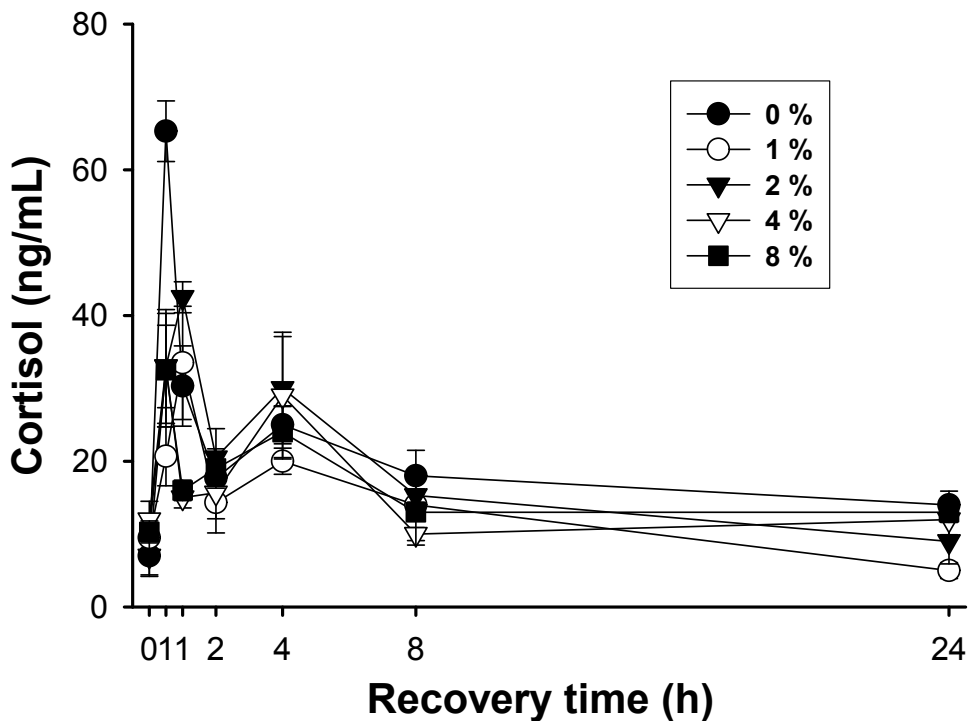


그림 10. 공기노출 후 회복시간 경과에 따른 혈중 코르티졸 함량 변화

## 제 5 절 요약 및 고찰

### 1. 감태부산물 확보 및 재처리

제주도에서 감태는 이전에는 활용가치가 매우 낮은 해조류 중 하나이었으나, 최근에는 유용성분의 발견과 이에 따른 미용, 의학, 화장품의 원료 등으로 가치가 상승함으로써 새롭게 주목받기 시작하였다(Mayer et al., 2002, 2004). 특히 제주도의 감태는 인위적으로

수확이 금지되어 바람이나 파도에 부착기가 탈락되어 연안으로 밀려들어온 일명 “풍태”만이 원료로 사용되고 있다. 이러한 감태는 주로 씨놀 추출에 주로 사용되고 있으며 그 사용량은 연간 200 톤 이상으로 추정하고 있다. 그러나 씨놀 추출에 사용되는 감태 전량이 부산물로 생산됨으로써 활용방안에 대한 접근이 시급한 실정이며, 씨놀 추출 과정에서 생산되는 부산물은 씨놀을 제외한 나머지 성분이 그대로 잔존함으로 사용가치가 높을 것으로 평가된다.

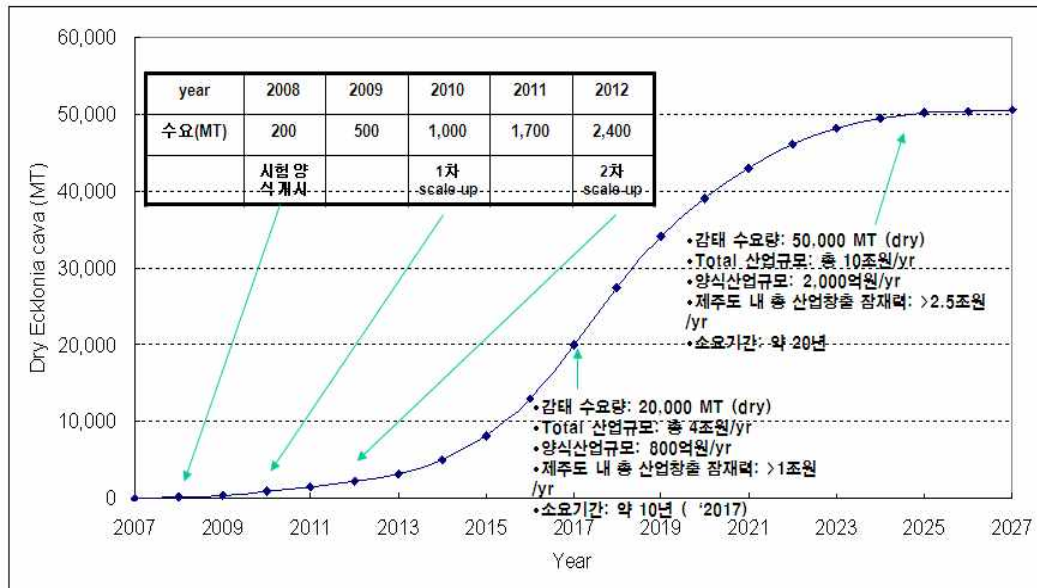


그림 11. 감태의 산업적 이용 및 수요량 예측(자료 출처: (주)라이브캠)

본 연구에 사용된 감태 부산물 농축액은 씨놀 추출후 남겨진 부산물(수분 함량 90% 이상)을 50%로 농축한 제품으로 농축과정에서 비용이 발생하고 있다. 이러한 농축과정에서 발생하는 비용(2,500원/L)이 감태 원료에 비해 높게 소요되는 것이 단점으로 지적된다. 그러나 동결건조를 통한 생산은 더욱 높은 비용을 요구하기 때문에 부산물 자체를 농축 과정 없이 사용하는 방안이 구체적으로 강구되어야 할 것이다. 현재 사료 첨가제로 사용되는 양은 넙치와 돌돔 현장실증실험 결과를 기준으로 사료 1 kg당 건조중량 1~8%의 첨가량으로 추정된다. 따라서 씨놀 추출후 발생하는 부산물을 이용한 사료 개발도 충분한 경쟁력이 있을 것으로 기대된다. 현재 감태를 이용하여 씨놀을 추출하는 업체의 자료를 참고로 하면, 2012년도의 감태 수요 예측량은 2,400톤으로 이러한 수요를 충족시키기 위해서는 감태의 대량 양식기술개발도 절실할 것으로 내다봤다. 현재 제주도는 이러한 예상 수요에 대응하기 위해 감태 양식기술개발 및 시험양식을 실시하고 있는 실정이다. 이러한 감태 원료의 사용량 증가 예상에 따라 부산물의 활용방안도 관심을 받고 있는데, 1차 부



산물은 생물생육촉진, 알긴산 생산, 2차 부산물은 후코이단 등 생리활성 물질 추출이 가능할 것으로 보여 입체적인 활용이 가능할 것으로 예상하고 있다. 본 연구에서도 이러한 입체적인 활용의 한 축으로 사료 개발에 주목하였으며, 실증실험을 통해 충분히 활용가능성이 검토되었기 때문에 산업화 및 기술보급에 대한 추가적인 수행이 필요할 것으로 생각된다.

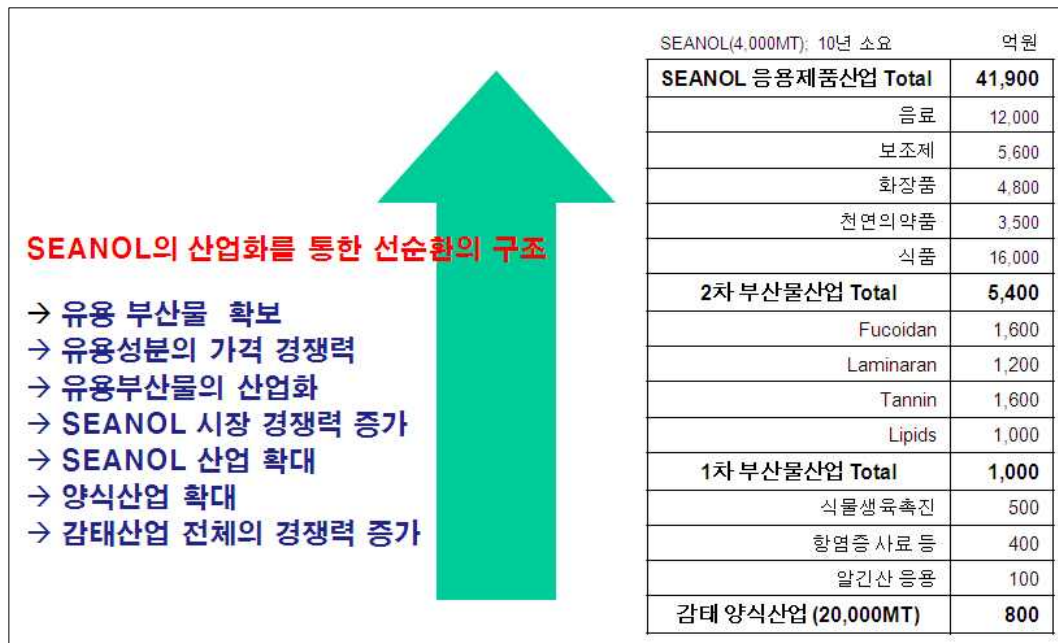


그림 12. 감태의 입체적인 산업적 이용 전략(자료 출처: (주)라이브캠)

## 2. 영양학적 특성

해조류는 주로 아시아 국가를 중심으로 예로부터 소비되어 왔으며, 섬유질, 무기질, 단백질이 풍부하게 함유되어 있을 뿐만 아니라 알긴산, 푸칸, 라미나린 등 수용성 다당류가 풍부하게 포함되어 있다. 이러한 수용성 다당류는 많은 양을 섭취하여도 독성이 없고 푸칸이나 아린산 유도체들은 당뇨나 혈청 지질성분 개선효과가 뛰어나다고 보고되었다(Hsueh and Anderson, 1992). 본 연구에서 감태 부산물 농축액은 감태 분말보다 비타민 C를 비롯한 높은 비타민 함량을 보였다. 감태의 경우 건조 방법에 따라 비타민 C와 E 그리고 항산화 작용의 주요 성분인 polyphenol 함량의 차이를 보이는데, 특히 열풍 건조나 천일건조의 경우 빛과 열에 노출되었을 때 그 성분의 감소가 나타나는 것으로 알려졌다(김과 이, 2004). 감태 농축액은 생산과정에서 열과 빛에 노출되지 않고 발효 과정에 의해 생성됨으로 영양성분의 파괴가 일어나지 않은 것으로 판단된다. 그리고 중금속 함량의

경우도 감태 분말보다 전체적으로 낮은 값을 보여 사료 원료로서의 안정성도 확보된 것으로 판단되었다. 특히 감태부산물은 비타민 C 함량이 높고, 면역력을 개선하는 후코이단이 다량 함유되어 있었다. 후코이단은 갈조류인 미역, 다시마, 툇 등에 다량 함유되어 것으로 알려져 있으며, 특히 감태에는 5% 이상의 많은 양이 함유되어 있다. 후코이단은 암세포를 공격하지 않고 자연적으로 소멸하게 만드는 즉 암세포가 자살하도록 촉진하는 역할을 함으로써 몸의 면역을 높이는 물질로 알려져 있다(Yamamoto et al., 1981). 따라서 이러한 감태를 원료로 사료를 공급함으로써 면역력 개선 효과도 크게 기대가 되었다.

### 3. 현장 실증실험

감태 농축액을 사료에 첨가하여 넙치를 대상으로 8주간의 사육실험 결과, 감태 부산물 농축액 첨가구에서 성장 및 사료효율 개선효과가 나타났으며, 8% 첨가구는 성장이 감소하는 결과를 보였다. 참돔의 경우에서도 감태와 유사한 갈조류인 Kelp meal을 5% 첨가한 사료를 50일간 공급한 결과 성장이 개선되었다는 보고가 있다(Nakagawa et al., 1997). 그러나 동이 어종에서 10% 첨가하였을 때는 오히려 성장이 감소하다는 연구보고가 있어 과도한 첨가는 섬유질의 증가 및 소화흡수에 역효과를 줄 수 있을 것으로 판단된다(Yone et al., 1986). 넙치를 대상으로 툇과 감태의 사료 첨가제 개발 연구도 있으나 성장이 본 연구처럼 확실한 효과를 보인 결과는 보기 힘들다(김 등, 2009). 이전의 연구들은 감태나 해조류의 분말 형태의 것을 사용하였으나, 본 연구에 사용된 농축액 부산물은 씨놀 추출과정에서 발효주정 알콜이 사용됨으로써 효소분해된 상태로 실험어의 소화흡수에 용이하도록 분해된 상태이기 때문에 유효 성분의 소화 흡수에 도움을 줌으로써 성장 개선효과가 높았던 것으로 판단된다.

돌돔은 8% 첨가구도 대조구와 성장차이를 보이지 않아 단순 첨가제뿐만 아닌 사료원료로 활용이 기대되었다. 돌돔에 Kelp meal을 2%, 5% 첨가한 다른 연구결과에서는 대조구와 유의차는 없으나 낮은 성장을 보인 반면(원 등, 2004), 본 연구에서는 4% 첨가구까지는 거의 동일한 성장 효과를 보였고, 8% 첨가구도 큰 차이를 보이지 않아 분말 형태의 해조류 보다는 효소분해된 농축액의 효과가 높은 것으로 판단된다.

그러나 전복은 첨가량의 증가에 따른 지속적인 성장감소를 보였는데, 사육실험 과정에서 첨가량 증가에 따라 사료 섭취량이 저하하는 것이 관찰되었다. 전복의 성장저하는 분말 형태에 대한 기호성 저하, 소화흡수의 문제점으로 생각된다. 농축액 부산물은 씨놀 추출과정에서 발효주정 알콜이 사용됨으로써 효소분해된 상태로 실험어의 소화흡수에 용이하도록 분해된 상태로 전복사료에도 효소분해한 감태 분말을 사용할 경우 성장효과가 기대되며, 이에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다. 그러나 수분 함량이 90% 이상인 감태

부산물의 물성이 충분히 고려되어야 사료제조 등의 현실적인 문제 해결이 가능할 것으로 판단된다.

#### 4. 생리활성 개선효과

혈장 라이소자임 실험 초기인 4주후에는 대조구에 비해 감태 첨가사료구가 모두 낮은 라이소자임 활성을 보였으나, 실험 종료시인 8주 후에는 8%구를 제외한 감태 첨가구가 대조구보다 높은 활성을 나타내었다. 최근에는 미역, 다시마등의 해조류를 사료에 첨가하여 비특이적 면역기능 증가효과를 보인다는 보고가 있다(Choi et al., 1995). 특히 해조류는 사료의 물성을 증가시키고 지질대사에 관여하며, 복합 다당체 성분이 비특이적 면역기능을 자극하는 것으로 알려져 있다. 이전의 연구에서도 감태분말 첨가사료가 넙치의 비특이적 면역반응을 증가시킨다고 하였으며(김 등, 2009), Kelp meal도 돌돔의 비특이적 세포성 면역능을 증가시킨다하여 본 연구결과와 일치하는 결과를 보였다(원 등, 2004). 특히 톳과 감태 혼합물은 생리활성 물질이 항산화 효과를 증진시켜 비 특이적 면역반응을 증강시켜 질병저항성을 향상시킨다고 하였다(김 등, 2009). 또한 Kelp meal은 체표 점액 라이소자임의 활성을 증가시키며, 유의적인 증가는 4주 이후에 나타났다고 하였다. 본 연구에서도 라이소자임의 유의적인 차이는 4주 이후인 8주 조사 시 관찰되어 이전의 연구결과와 유사하였다(원 등, 2004). 따라서 감태 부산물은 장기간 첨가제로 사용할 경우 자체 면역력 향상에 효과가 있을 것으로 기대되며, 감태에 함유된 면역개선 물질이 해산 동물에도 효과가 있는 것으로 판단되었다.

대형 다시마의 일종인 Kelp meal을 황돔에 공급했을 때 공기노출 스트레스에 대한 저항능력이 증강되었다고 보고가 있다(Nakagawa et al., 1997). 본 연구에서도 공기노출 후의 폐사율에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 공기 노출 후의 코르티졸 함량은 노출 후 30분 후에 최대치를 보였으며, 대조구가 감태 첨가구보다 높은 값을 보였다. 여름철 20분간의 공기노출에 감태 부산물 첨가구도 대조구와 차이를 않는 것으로 보아, 영양적인 문제나 스트레스 저항성에 큰 문제가 없는 것으로 판단되었다 또한 감태 첨가 사료가 스트레스 호르몬 분비를 억제하는데 효과가 있는 것으로 판단되며, 감태사료의 자체 면역력 개선효과가 스트레스 저항성 향상으로 이어진 것으로 판단된다.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 목표 달성도

○ 2011년도 연구목표 및 목표대비 결과

| 연구목표  | 목표대비 결과   | 목표 달성도 (%) | 비고 |
|---|---|------------|----|
| 가. 감태 부산물의 확보 및 재처리<br>○ 부산물 확보 방안<br>○ 재처리 및 가공 방법                       | ○ 감태 부산물 확보(2종): 50% 농축액, 분말<br>○ 농축액은 2,500원/L 제조비용 발생<br>○ 동결건조는 경제성 저하                               | 100        |    |
| 나. 영양학적 특성 평가<br>○ 일반성분, 기능성성분  | ○ 비타민 C, 후코이단, 미네랄 등 면역력 개선물질 다량 함유<br>○ 농축액은 분말보다 높은 조회분, 낮은 조섬유 함량                                    | 100        |    |
| 다. 실증실험 및 사육관리<br>○ 실증실험 : 넙치, 돌돔, 전복                                     | ○ 넙치는 성장 및 사료효율 개선<br>○ 돌돔은 성장저하 없음<br>○ 전복은 첨가량의 증가에 따른 지속적인 성장감소 및 섭취량 저하                             | 100        |    |
| 라. 생리활성 개선효과 평가<br>○면역력 : Lysozyme(0, 4, 8주)<br>○스트레스 저항성: 공기노출, Cortisol | ○ 혈장 라이소자임 활성 증가<br>○ 공기 노출 후의 폐사율 차이 없음<br>○ 코르티졸 함량은 대조구가 감태 첨가구보다 높은 값을 보임<br>○ 면역력 및 스트레스 저항성 개선 확인 | 100        |    |

### 제 2 절 관련분야 기여도

- 감태의 "SEANOL" 생산 및 부산물 산업화로 현장 애로사항 해소
- 감태 유용 부산물의 산업화 유도로 감태 자원의 입체적 활용
- 감태 부산물의 사용 증대로 감태 양식기술개발과 감태 양식산업 등 새로운 소득원 창출
- 감태사료의 면역력 개선 효과는 건강한 양식어류 생산으로 양식생산성 향상에 기여
- 해조 감태 사료로 사육한 양식 어류는 수산물 이미지 제고 향상과 브랜드화에 기여
- 수산업뿐만 아닌 농업, 축산업 적용에 따른 활용 범위 확대로 1차 산업의 생산성 향상

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

- “SEANOL” 추출과정에서 발생하는 감태부산물의 해산어류 사료의 사용으로 입체적인 활용
- 면역력 및 스트레스 저항성 개선효과로 기능성 첨가제로 활용 가능
- 돌돔사료의 경우 8% 첨가도 가능하여 사료원료 활용 가능성 입증
- 효소분해 감태 분말의 전복사료 활용 가능성 검증을 통해 부산물의 사용확대 검토
- 해산어류 배합사료의 사료원료 및 기능성 첨가제로 보급

## 제 6 장 참고문헌

- Choi, M.S., K.H. Park, S.H. Choi, J.Y. Kim, J.M. Kim, J.G. Choi and S.I. Jang. 1995. Effect of enteromorpha compressa on the physiological activities in carp, *Cyprinus carpio*. *J. Fish Pathol.*, 8(2), 149-156. (in korean)
- Hsueh, W.A. and Anderson P.W. 1992. Hypertension, the endothelial cell, and the vascular complications of diabetic mellitus. *Hypertension*, 20(2), 253-263.
- Kim, S.S. and Lee K.J. 2008. Effects of dietary kelp (*Ecklonia cava*) on growth and innate immunity in juvenile olive flounder *paralichthys olivaceus* (temminck et Schlegel). *Aquac. res.*, 39, 1687-1690.
- Mayer, A.M.S. and Hamann M.T. 2002. Marine pharmacology in 1999, compounds with antibacterial, anticoagulant, antifungal, anthelmintic, anti-inflammatory, antiplatelet, antiprotozoal and antiviral activities affecting the cardiovascular, endocrine, immune and nervous system, and other miscellaneous mechanisms of action. *Comp Biochem. physiol. part C.*, 132, 315-339.
- Mayer, A.M.S. and Hamann M.T. 2004. Marine pharmacology in 2000: Marine compounds with antibacterial, anticoagulant, antifungal, anthelmintic, anti-inflammatory, antiplatelet, antiprotozoal and antiviral activities affecting the cardiovascular, endocrine, immune and nervous system, and other miscellaneous mechanisms *Mar Biotechnol.*, 6, 37-52.
- Nakagawa, H., T. Unimo and Y. Tasaka. 1997. Usefulness of *Ascophyllum nodosum* as a feed additive for red sea bream, *Pagrus major*. *Aquaculture*, 151, 275-281.
- Park, J.H, K.C. Kang, S.B. Baek, Y.H. Lee and K.S. Rhee. 1991. Separation of antioxidant compounds from edible marine algae. *Koan J Food Sci. Technol.*, 23, 256-261.
- Yamamoto L, T. Nagoumo, M. Takahashi, M. Fujihara, Y. Suzuki and N. Lizima. 1981. Antimutagenic effect of seaweeds: III Antitumor effect of an extract from *Sargassum*. *Jap. Exp. Med.*, 51, 187-189.
- Yone, Y., M. Furuichi and K. Urano. 1986. Effects of wakame *Undaria pinnatifida* and *Asophyllum nodosum* supplements on growth, feed efficiency and proximate compositions of liver and muscle of red sea bream. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 52(8), 1465-1468. (in Japanese)

- 김성삼, 장지웅, 송진우, 임세진, 정준범, 이상민, 김강웅, 손맹현, 이경준. 2009. 해조류 (돛, 감태) 혼합물의 사료 내 첨가가 넙치의 선청성 면역과 질병저항성에 미치는 영향. 한수지., 42(6), 614-620.
- 김은, 김민숙, 김세연, 김현아. 2008. 당노취에서 감태의 혈당, 혈청지질 개선효과 및 신장의 항산화효과. 한국식생활문화학회지, 23(6), 812-819.
- 김진아, 이종미. 2004. 건조방법에 따른 해조류(감태)의 주요성분 및 항산화 활성의 변화. 대한가정학회지, 42(5).
- 원경미, 김병기, 박수일, 유병서. 2004. kelp(*ascophyllum nodosum*) meal 첨가 사료가 돌돔(*oplegnathus fasciatus*)의 성장과 비특이적 면역 반응에 미치는 영향. 한수지., 37(4), 275-280.
- 정은영, 이시경. 2007. 제주도 토착감태(*Eclonia cava*)의 항산화활성 및 HaCaT 세포 재생 효과. 한국미용학회지, 13(3), 1071-1077.
- 황은경, 공용근, 하동수, 박찬선. 2010. 갈조류 감태(*Ecklonia cava kiellman*)의 대량양식을 위한 가이식 및 양성조건. 한수지., 43(6), 687-692.