

우렁쟁이 껍질성분 및 색소를 이용한 양식소재 개발⁺

1. 우렁쟁이 껍질 다당류의 추출방법

이강호 · 흥병일 · 최병대* · 강석중** · 육지희*** · 정병천

부경대학교 식품공학과, *경상대학교 식품공학과 · 해양산업연구소, **양식학과, ***천안외국어전문대 식품유통과

Utilization of Pigments and Tunic Components of Ascidian as an Improved Feed Aids for Aquaculture

1. Effective Extraction Methods of Crude Polysaccharides in Ascidian (*Halocynthia roretzi*) Tunic

Kang-Ho LEE, Byeong-Il HONG, Byeong-Dae CHOI*, Seok-Joong KANG**, Ji-Hee RUCK*** and Byung-Chun JUNG

Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

*Department of Food Science/Institute of Marine Industry, **Dept. of Aquaculture, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

***Department of Food Marketing, Chonan College of Foreign Studies, Chonan 330-180, Korea

The effective extraction methods and chemical components of crude polysaccharides of ascidian tunics were investigated. Two extraction conditions, autoclaving or enzyme treatment, were applied. The proximate composition of ascidian tunics was not much different between those dried in raw (containing pigments) and those acetone treated and dried (decolorized), showing 50% of carbohydrate and 40% of protein. It was possible to extract up to 10% of crude polysaccharides from ascidian tunics regardless of the extraction methods, autoclaving or enzyme treatment. In case of the latter the extraction yield by neutrase was higher than that with alkalase (Novo co.) or mixture 2000 (Pacific chemical co.). The most effective enzyme concentration and extraction time appeared to be 24 hrs of extraction with 3% neutrase. On the other hand, in autoclave treatment, 6 hrs extraction showed most desirable extraction yield, about 9.7%.

The compositions of amino acid of decolorized ascidian tunic (acetone treated group) and the crude polysaccharide from the autoclaving (water solubles) or neutrase treatment (enzyme digestibles) were similar to each other. Histidine was the highest both in the neutrase and autoclave treatment group and the yield were 29.2%, 20.4%, respectively, followed by aspartic acid and glutamic acid. Among the minerals, the content of Ca was significantly high, followed by Mg and Na.

Key words: ascidian tunic, polysaccharides, extraction method

서 론

우렁쟁이 (*Halocynthia roretzi*)는 전 세계적으로 2000여종이 알려져 있으며 이들은 외피(外皮)로된 주머니로 싸여있는데, 모래, 산호, 조개껍대기, 바위 등에 부착하여, 고착생활을 한다(中内, 1977). 우렁쟁이의 식품학적인 연구로 Suzuki (1955, 1959a, 1959b)와 Tsunchiya 및 Suzuki (1959, 1963)의 생화학적 성분조사에 관한 내용이 보고 된 바 있고, 우렁쟁이 향기에 관한 연구 (Fujimoto 등, 1982), 우렁쟁이 젓갈의 퇴색방지 (川村, 1976)와 우렁쟁이 육 중의 질소화합물에 관한 연구 (Watanaba 등, 1983; Park 등, 1990), 계절에 따른 화학성분변화 (Lee 등,

1993a,b,c) 등이 보고되었다. 한편, 우렁쟁이 껍질에 관한 연구로 Anno 등 (1974)은 우렁쟁이 껍질에서 chitin sulfated-like polysaccharide를 분리하였다.

일반적으로 해조류나 척추동물의 존재하는 sulfated-polysaccharide류는 항혈액응고 효과가 있으며, 이밖에 항암 및 항돌연변이 효과가 있는 것으로 알려져 있다 (Li 등, 1988 ; Okutani, 1974 ; Okutani와 Morikawa, 1978a, b ; Okutani, 1982).

현재 우렁쟁이의 소비형태는 대부분이 육만을 생식으로 이용할 뿐 껍질부분은 거의 전량 폐기되고 있는 실정이며, 이로 인한 연안오염 문제까지 대두되고 있다. 따라서 본 연구에서는 미이용자원의 효율적인 이용을 위

⁺본 논문은 1995년도 농림부에서 시행한 농림수산물특정연구사업 (현장애로) 지원에 의한 연구결과와 일부임

하여 우렁쟁이 껍질에서 카로테노이드계 색소를 추출하고 남은 잔사로부터 황산다당류를 효과적으로 분리하기 위한 조건을 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용된 시료는 1996년 5월에 통영 주변의 양식장에서 채취한 3년된 우렁쟁이 (*Halocynthia roretzi*)로, 육과 껍질을 분리한 후, 껍질을 수회 수세한 다음 열풍건조하여 100 mesh로 마쇄한 것을 동결고에 보관하면서 시료로 사용하였다. 황산다당류는 Anno 등 (1974)의 방법을 토대로하여, 건조된 우렁쟁이껍질에서 색소를 추출하고 남은 잔사에서 추출하였는데, 먼저 효소처리에 의한 방법은 시료를 protease인 alkalase (Novo co.), neutrase (주, 태평양화학), mixter-2000 (주, 태평양화학)으로 처리하였다. 즉, 일정량의 우렁쟁이 분말에 적당량의 증류수를 가하고 여기에 각각의 효소를 농도별로 첨가하여 shaking incubator에서 48시간 반응시켰다. 반응 후 원심분리 (3000 g×15 min)하여 상등액을 취하고 TCA (trichloroacetic acid)를 첨가하여 10% TCA 용액으로 처리하였다. 원심분리 (3000 g×15 min)하여 침전물을 제거하고 상등액을 알콜 농도별로 ethyl alcohol을 첨가한 후 24시간 정도 -10°C에서 방치하여 조다당류 (crude sulfated polysaccharides)를 침전시켰다. 침전된 조다당류는 24시간 투석후 동결건조 하였다. 한편 고온, 고압처리에 의해 조다당류를 추출 하기위해 Autoclavor로 125°C (pressure : 1.5 kg/cm²)에서 시간별로 처리하였다. 즉, 삼각플라스크에 일정량의 시료를 취하고 여기에 시료의 15배 정도의 물을 가해 삼각플라스크 입구부분을 알루미늄호일로 덮어 Autoclavor처리를 하고, 이후의 과정은 효소처리와 동일하게 하였다 (Fig. 1).

일반성분, 전당, 구성아미노산 및 무기질 분석

수분은 105°C 상압건조법, 조지방은 soxhlet 분석법, 조단백질은 Kjeldahl 정량법, 회분은 550°C 건식회화법에 따라 측정하였다 (AOAC, 1990). 전당은 phenol-sulfuric acid (1956)법에 따라 시료 용액 1 ml (10~100 µg/ml)를 test tube에 취하고, 5% phenol 용액 1 ml를 가한 후 혼합하고, 진한 황산 5 ml를 반응액에 직하여 가능한한 발열시키면서, 잘 혼합한다. 이 반응액을 실온에서 20~30 분 방치한 후 470 nm에서 흡광도 (UV/Vis spectrophotometer, Milton Roy 1201)를 측정하였다. 표준 검량

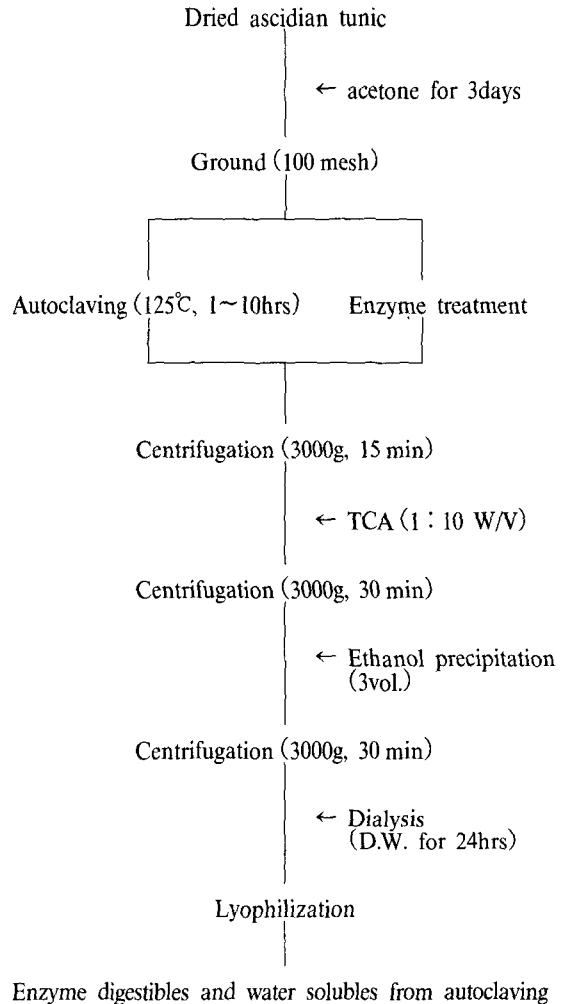


Fig. 1. Preparation of enzyme digestibles and water solubles from ascidian tunic.

선은 표품 maltose로 구하였다. 구성아미노산의 분석은 시료 20 mg을 5 ml의 6N HCl과 함께 dimethylsulfoxide (DMSO) 50 µl를 glass ampoule에 넣고 질소로 충전한 다음 밀봉하여 110 ± 5°C에서 24시간 가수분해시켰다. 가수분해된 시료는 염산을 제거하기 위해 농축 후 구연산 완충액 (pH 2.2)으로써 일정액으로 하여 아미노산 자동 분석계 (Hitachi model 835)로써 분석정량하였다. 무기질은 건식회화법에 의해 회화시킨 시료를 0.5 N HNO₃으로 녹여 25 ml로 정용한 후 Inductive Coupled Plasma emission spectrophotometry (ICP, Seiko Model SPS 1200A)에 의하여 분석하였다.

결과 및 고찰

우렁쉥이 껍질의 화학성분

본 실험에 사용한 우렁쉥이는 양식장에서 채취하여 육과 껍질을 분리한 후, 껍질에서 카로테노이드 색소를 추출하여 탈색시켜 건조한 분말 (Acetone treated)과 생시료를 그대로 건조하여 분말화 (Dried)한 것으로, 시료의 일반성분 분석결과는 Table 1과 같다. 두 시료의 성분 조성은 거의 유사하였는데 조단백질은 약 40%였고, 총탄수화물은 약 46%였다. 한편 본 실험의 주시료인 탈색시킨 분말 (Acetone treated), neurtrase효소로 추출한 조다당류 및 Autoclaving처리로 얻은 조다당류 (Water solubles)의 아미노산 조성 Table 2와 같다. 주요 아미노산은 histidine, glutamic acid, aspartic acid이며, 이들 함량은 전체의 34.4%를 차지하였고, 필수 아미노산 함량은 31.7%를 나타내었다. Lee 등 (1993)은 우렁쉥이 육 구성아미노산 중 asparagine, glutamic acid, taurine, aspartic acid 등이 주요 아미노산이고, histidine, methionine 등은 소량이라 하였으나, 본 실험의 껍질에는 histidine이 상당량 존재하였다. 한편, 카로테노이드 색소를 추출하여 탈색시켜 건조한 분말 (Acetone treated)과 생시료를 그대로 건조하여 분말화 (Dried)한 시료의 무기질 분석 결과는 탈색시킨 분말과 색소함유분말 모두 유사한 경향을 보였으나, Na의 함량에서 많은 차이를 보였다 (Table 3). 두 시료 모두 Ca의 함량이 500 mg/100 g 이상으로 비교적 풍부하였으며 Mg, Na, K 등도 많은 함량을 나타내었다. 그러나 Cu의 함량은 1 mg/100 g 정도로 가장 적었으며, Zn도 4 mg/100 g으로 소량이였다. 일반적인 어패류 근육중의 주요한 무기질은 Na, K, Ca, Mg, Cl, P, S 등으로 이들은 전체의 60~80%를 차지하며, 갑각류의 경우 껍질의 무기질 비율은 건물당 20~30%로서 주로 Ca의 인산염이나 탄산염을 주체로 하고, 소량의 Mg, P 등이 함유된다 (須山·鴻巢, 1991). 이상에서 우렁쉥이의 껍질 내에 다량 존재하는 Ca는 갑각류의 껍과 유사한 역할을 할 것으로 추정된다.

추출조건에 따른 조다당류의 수율 및 화학성분

조다당류를 효과적으로 추출하기 위해 alkalase, neurtrase, mixture-2000의 효소를 각 농도로 처리하여 이에 따른 수율을 Table 4에 나타내었다. 전반적으로 첨가농도를 증가시킬수록 수율이 향상되었으며, 특히 neurtrase 처리가 효과적이었다. Neurtrase 처리 경우 0.1% 처리시 약 3.5%의 수율이었으나 3%첨가 할 때는 약 9%였다. 따라서 이후의 실험은 neurtrase를 바람직한 효소로

Table 1. Proximate composition of ascidian tunics (g/100 g sample)

| Component | Ascidian tunics | |
|---------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | Dried in Raw ¹ | Acetone treated ² |
| Moisture | 8.5 ± 0.3 ³ | 7.4 ± 0.2 |
| Crude protein (N×6.25) | 40.3 ± 2.4 | 39.1 ± 1.8 |
| Crude lipid | 1.2 ± 0.1 | 0.3 ± 0.1 |
| Crude ash | 4.1 ± 1.1 | 7.2 ± 0.5 |
| Total carbohydrate ⁴ | 46.7 ± 1.6 | 46 ± 1.3 |

¹Dried and ground ascidian tunics.²Pigments was removed from ascidian tunics.³Mean ± S.D.⁴100-(moisture+crude protein+crude lipid+crude ash).

Table 2. Amino acid profiles of ascidian tunics (g/16 g N)

| Amino acid | Acetone treated ¹ | Neutrtrase ² | Autoclaving ³ |
|-----------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Tau | 0.5 | 0.2 | 0.0 |
| Asp | 10.4 | 10.1 | 11.8 |
| Thr | 4.7 | 5.1 | 5.3 |
| Ser | 4.3 | 3.0 | 3.8 |
| Glu | 11.0 | 9.1 | 12.2 |
| Gly | 5.4 | 4.6 | 4.5 |
| Ala | 4.5 | 2.6 | 3.8 |
| Cys | 2.8 | 4.8 | 2.7 |
| Val | 4.5 | 3.8 | 5.9 |
| Met | 2.2 | 1.5 | 1.6 |
| Ile | 4.2 | 2.6 | 3.8 |
| Leu | 5.2 | 2.4 | 4.4 |
| Tyr | 4.0 | 2.9 | 3.4 |
| Phe | 4.6 | 2.8 | 3.7 |
| Lys | 6.2 | 8.1 | 4.7 |
| NH ₃ | 1.9 | 0.2 | 0.2 |
| His | 13.0 | 29.2 | 20.4 |
| Arg | 6.1 | 4.0 | 3.9 |
| Pro | 4.5 | 3.1 | 3.8 |

¹Pigments was removed from ascidian tunics.²Neutrtrase digestibles from ascidian tunics.³Water solubles prepared at 125°C, 6 hrs (100 g of sample in 1.5 l of water).

Table 3. Mineral content of ascidian tunics (mg/100 g solid)

| Mineral | Dried ¹ | Acetone treated ² |
|---------|--------------------|------------------------------|
| Ca | 512.8 | 563.6 |
| Na | 193.5 | 580.4 |
| Cu | 1.0 | 1.2 |
| Mg | 482.1 | 375.8 |
| Mn | 9.8 | 6.8 |
| Fe | 21.6 | 26.9 |
| Zn | 4.1 | 4.0 |
| P | 33.6 | 28.8 |
| K | 487.6 | 342.2 |

¹Dried and ground ascidian tunics.²Pigments was removed from ascidian tunics.

선택하였고, 이때 첨가농도는 경제성과 수율만을 고려하여 3%가 적당하다고 생각하였다. Fig. 2는 3% neutrase로 처리할 때 가수분해 처리시간에 따른 조다당류의 수율 변화를 나타낸 것이다. 효소처리 10~15시간 때 8% 정도였고, 24시간 처리시 약 9.5% 이상이였으나, 이후 48시간과 72시간을 처리하여도 약 10%로 거의 일정하였다. 이상의 결과에서 가수분해처리 시간은 24시간으로 정하였다. 한편 조다당류를 침전시킬 때 처리하는 에탄올의 농도 변화에 따른 수율은 Fig. 3과 같다. 에탄올 농도가 70%와 75% 처리에서 조다당류의 수율은 6%이상으로 효과적이어서, 이후 에탄올 처리농도는 70%로 하였다. 또한 70% 에탄올로 처리하여 상온에서 방치할 때 방치시간에 따른 수율은 Fig. 4에서와 같이 15시간 이후가 효과적이어서 에탄올 방치시간은 15시간으로 하였다. 한편, Autoclave를 이용하여 125°C에서 처리했을 때의 조다당류의 수율은 Fig. 5와 같다. 처리시간이 증가함에 따라 추출효율이 증가하는 경향이었고, 약 6시간 처리하였을

Table 4. Yields of enzyme¹ digestibles from ascidian tunics

| Concentration (%) | Yields (%) ² | | |
|-------------------|-------------------------|------------|--------------|
| | Alklase | Neutrase | Mixture-2000 |
| 0.1 | 3.1 ± 0.3 | 3.5 ± 0.4 | 3.2 ± 0.2 |
| 0.5 | 3.7 ± 0.2 | 4.6 ± 0.2 | 3.3 ± 0.3 |
| 1 | 3.8 ± 0.1 | 5.4 ± 0.3 | 3.5 ± 0.3 |
| 3 | 4.2 ± 0.4 | 9.1 ± 0.4 | 4.3 ± 0.1 |
| 6 | 5.3 ± 0.3 | 10.5 ± 0.2 | 6.7 ± 0.1 |
| 10 | 6.7 ± 0.2 | 11.8 ± 0.4 | 6.8 ± 0.4 |

¹Enzymes were treated at the optimum temperature and pH (alkase ; 55°C, pH 8.0, neutrase ; 45°C, pH 6.5, mixture-2000 ; 52°C, pH 7.0).

²Dry basis (w/w, %), Mean ± S.D.

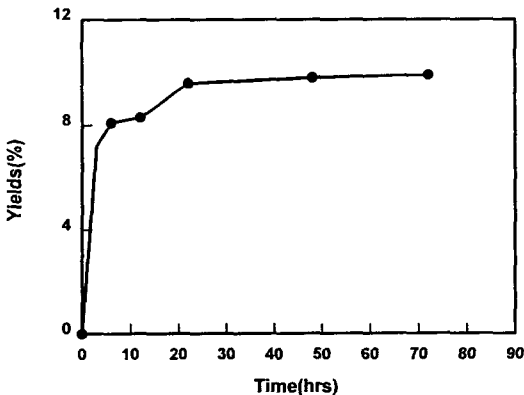


Fig. 2. Changes in yields of enzyme digestibles obtained by 3% neutrase treatment with time.

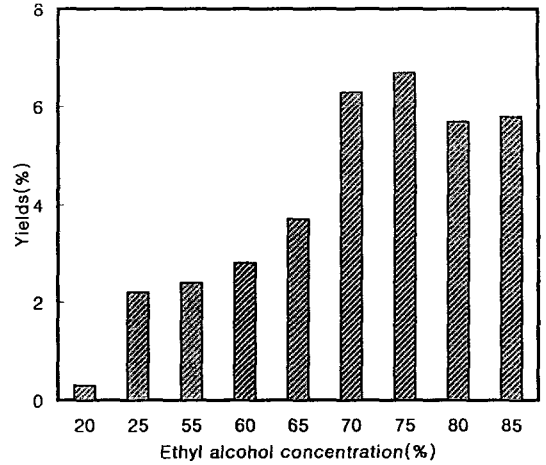


Fig. 3. Effect of ethyl alcohol concentration on the yields of enzyme digestibles.

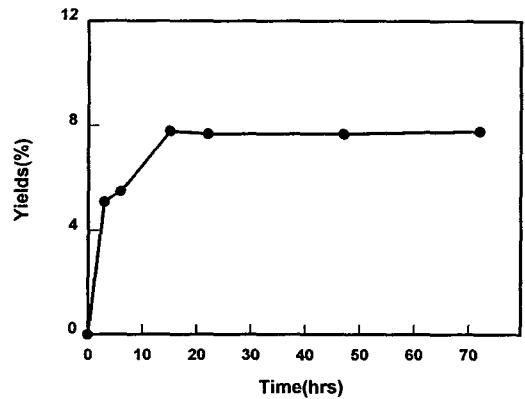


Fig. 4. Changes in yields of enzyme digestibles obtained by the 70% ethyl alcohol treatment with standing time.

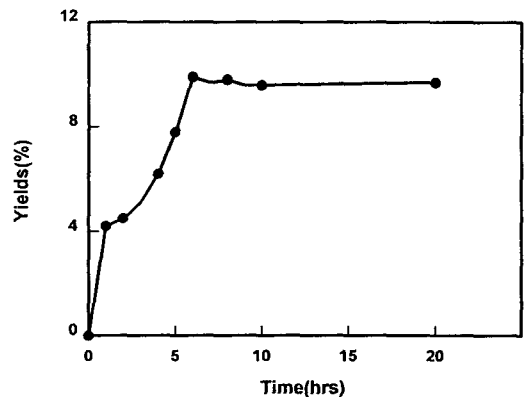


Fig. 5. Changes in yields of water solubles obtained by autoclaving treatment.

때 9% 이상을 나타내었다. 따라서 autoclave 처리는 6시간으로 정하는 것이 바람직하였다. 한편, autoclave 처리 횟수에 따른 시료의 수율 변화는 Table 5와 같다. 우렁쉥이의 껍질을 탈색한 분말, 색소 함유한 분말 및 뿌리 분말로 구분하여 autoclave 처리한 결과, 세시료 모두 1차 처리에서 조다당류가 가장 많이 추출되었다. 처리횟수를 반복함에 따라 수율이 감소되는 경향이었으나 뿌리 분말의 경우는 1차추출에서 약 7%, 3차 추출에서 약 3.6%로 절반 정도 감소하여 autoclave 처리에도 비교적 안정한 결합 상태를 유지하고 있는 것으로 생각되었다. 한편, neurase 및 autoclave에 의해 추출된 조다당류의 일반성분의 조성은 Table 6과 같다. 우렁쉥이껍질 성분과는 달리 조단백질의 함량은 20% 이내 였고, 회분 함량은 10%내외인 반면, 총탄수화물함량이 60%이상으로 대부분을 차지하였다.

Table 5. Effect of treating frequency on the yields of water solubles obtained by autoclaving (g/100 g solid)

| Frequency | Dried ¹ | Acetone treated ² | Root ³ |
|-----------|------------------------|------------------------------|-------------------|
| 1st | 6.3 ± 0.4 ⁴ | 10.5 ± 0.6 | 6.9 ± 0.3 |
| 2nd | 4.8 ± 0.2 | 3.6 ± 0.2 | 4.5 ± 0.1 |
| 3rd | 1.3 ± 0.1 | 2.2 ± 0.2 | 3.6 ± 0.4 |

¹Dried and ground ascidian tunics.

²Pigments was removed from ascidian tunics.

³Ground ascidian root.

⁴Mean ± S.D.

Table 6. Proximate composition of neurase digestibles and water solubles from autoclaving (g/100 g sample)

| Component | Treatment | |
|---------------------------------|------------------------|--------------------------|
| | Neurase | Autoclaving ¹ |
| Moisture | 5.4 ± 0.3 ² | 4.3 ± 0.1 |
| Crude protein | 19.4 ± 0.3 | 17.9 ± 0.3 |
| Crude lipid | 0.2 ± 0.1 | 0.1 ± 0.2 |
| Crude ash | 10.5 ± 0.4 | 11.9 ± 0.2 |
| Total carbohydrate ³ | 64.5 ± 0.4 | 65.8 ± 0.3 |

¹Water solubles prepared at 125°C, 6 hrs (100 g of sample in 1.5 l of water).

²Mean ± S.D.

³100 - (moisture + crude protein + crude lipid + crude ash)

요 약

우렁쉥이 (*Halocynthia roretzi*)의 껍질부분은 거의 전량 폐기되고 있는 실정이며, 이로 인한 연안오염 문제까지 대두되고 있다. 본 연구에서는 미이용자원의 효율적인 이용을 위하여, 우렁쉥이 껍질에서 카로테노이드계 색소

를 추출하고 남은 잔사로부터 조다당류를 효과적으로 분리하기 위한 조건을 조사하였다.

우렁쉥이 껍질의 일반성분 조성은 색소를 함유한 것과 탈색시킨 분말 모두 거의 유사한 경향을 보였으며, 조단백질은 약 40%였고, 총탄수화물은 약 46%였다. 우렁쉥이 분말과 효소처리 및 autoclave처리한 조다당류의 아미노산조성은 세시료 모두 유사한 결과였다. Histidine의 함량이 가장 많았으며, 특히 neurase처리구는 29.2%였으며, autoclave처리구는 20.4%였다. Aspartic acid와 glutamic acid가 9.1~12.2%로 상당량 존재하였다. 필수 아미노산 함량은 탈색한 분말, neurase처리구, autoclave처리구 각각 31.7%, 26.3%, 29.5%였다. 또한, 이들 세시료의 무기질 함량은 조추출물의 경우 Ca의 함량이 월등히 많았으며, 다음이 Mg과 Na 순이었다. 탈색한 시료는 Na의 함량이 가장 많았고, Ca>Mg>Fe의 순이었다. 색소함유한 시료의 경우 Ca>Mg>Na>Fe의 순이었다.

추출방법에 따른 수율은 효소처리의 경우 neurase 3%처리가 바람직 하였고, 가수분해 처리시간은 24시간 정도가 좋았으며, 이때 수율은 약 10%였다. 한편 조다당류를 침전시킬 때 처리하는 에탄올의 농도는 70%가 바람직하였고, 70% 에탄올로 처리시 상온에서 방치할 때 최적 방치 시간은 15시간 이었다. 한편, Autoclave를 이용하여 125°C에서 처리했을 때의 조다당류의 수율은 처리시간에 따라 증가하는 경향이었고, 약 6시간 처리하였을 때 9% 이상을 나타내었다. 또한, autoclave 처리횟수에 따른 시료의 수율은 1차 처리시 조다당류가 가장 많이 추출되었으며, 처리횟수를 반복함에 따라 수율이 감소되는 경향이였다. 조다당류의 일반성분은 단백질함량이 20%이내인 반면, 총탄수화물의 함량이 60%이상으로 대부분을 차지하였다.

참 고 문 헌

- Anno, K., O. Kimiko and N. Seno. 1974. A chitin sulfate-like polysaccharide from the test of the tunicate *Halocynthia roretzi*. Biochim. Biophys. Acta. 362, 215~219.
- AOAC. 1990. Official methods of Analysis. 15th ed., Assoc. of official analytical chemists, Washington, DC., p. 237
- Dubois, M., K. Gilles, J. Hamilton, P. Rebers, and F. Smith (1956) : Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. Anal. Chem., 28, 350
- Fujimoto, K., Y. Moyayama, and T. Kaneda. 1982. Mechanism of the formation of ascidian flavor in *Halocynthia roretzi*. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 48, 1323~1326.
- Lee, K. H., C. S. Park., B. I. Hong. and W. J. Jung. 1993a.

- Utilization of ascidian, *Halocynthia roretzi*. 1. Chemical composition of ascidian and its seasonal and regional variation. Bull. Korean Fish. Soc., 26, 1, 8~12.
- Lee, K. H., C. S. Park., B. I. Hong., and W. J. Jung. 1993b. Utilization of ascidian, *Halocynthia roretzi*. 2. Lipids of ascidian with seasonal and regional variation. Bull. Korean Fish. Soc., 26, 2, 141~149.
- Lee, K. H., M. G. Kim., B. C. Jung., and W. J. Jung. 1993c. Utilization of ascidian, *Halocynthia roretzi*. 3. Taste compounds of ascidian, *Halocynthia roretzi*. Bull. Korean Fish. Soc., 26, 2, 150~158.
- Li, J-Z. and E. C-Y. Lian. 1988. Aggregation of human platelets by acidic mucopolysaccharide extracted from *Stichopus japonicus* Selenka. Thrombosis and Haemostasis, 59, p. 4350
- Okutani, K. 1974. Antitumor activity of a polysaccharide preparation from marine bacteria. Tech. Bull. Fac. Agr., Kagawa Univ., 26, p. 75.
- Okutani, K. and N. Morikawa. 1978a. Gel filtration and sugar constituent of the polysaccharide extracted from the internal shell of squid. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 44, 369~372.
- Okutani, K. and N. Morikawa. 1978b. Purification and characterization of the polysaccharide obtained from squid internal shell. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 44, 749~753.
- Okutani, K. 1982. Further investigation of the antitumor activity of the squid internal shell. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 48, 421~424.
- Park, C. K., T. Matsui and K. Watanabe. 1990. Seasonal variation of extractive nitrogenous constituents in ascidian, *Halocynthia roretzi* tissues. Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 56, 1319~1330.
- Suzuki, Y. 1955. Biochemical studies of the ascidian, *Cynthia roretzi* V. drasche I. On the nitrogenous extracts. Tohoku J. Agr. Res., 6, 85~89.
- Suzuki, Y. 1959a. Biochemical studies of the ascidian, *cynthia roretzi* V. drasche III. The constitution of new n-decadienol. Tohoku J. Agr. Res., 10, 391~395.
- Suzuki, Y. 1959b. Biochemical studies of the ascidian, *cynthia roretzi* V. drasche II. Isolation of n-octanol, n-decenol and decadienol. Tohoku J. Agr. Res., 10, 65~69.
- Tsuchiya, Y. and Y. Suzuki. 1959. Biochemical studies on the Ascidian, *Cynthia roretzi* V. Drasche IV. Carotenoid in test. Tohoku J. Agr. Res., 10, 397~407.
- Tsuchiya, Y. and Y. Suzuki. 1963. Biochemical studies on the ascidian, *Cynthia roretzi* V. Drasche V. Tunicin in test. Tohoku J. Agr. Res., 14, 39~43.
- Watanaba, K., H. Maezawa, H. Nakamura, and S. Konosu. 1983. Seasonal variation of extractive nitrogen and free amino acids in the muscle of ascidian, *Halocynthia roretzi*, Bull. Japan Soc. Sci. Fish., 49, 1755~1758.
- 須山三千. 鴻巢章二. 1991. 水産食品學, 東京大學出版會, 東京, pp. 8~33.
- 中内光昭. 1977. ホヤの生物學, 東京大學出版會, 東京. pp. 6~51.
- 川村 滿. 1976. ホヤ鹽辛品の褐色防止試験. 青林水産加工研究, 51, pp. 58~59.

1998년 2월 9일 접수

1998년 5월 7일 수리