

개불(*Urechis unicinctus*) 당단백질의 성분조성과 특성

이종열 · 류홍수[†] · 문정혜 · 서재수*

부경대학교 식품생명과학과

*고신대학교 식품영양학과

Chemical Composition of Glycoprotein from *Urechis unicinctus*

Jong-Yeoul Lee, Hong-Soo Ryu[†], Jung-Hye Moon and Jae-Soo Suh*

Dept. of Food and Life Science, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Kosin University, Pusan 606-701, Korea

Abstract

To confirm the food quality of *Urechis unicinctus* which have been favored as a special raw seafood in southern area in Korea, the chemical composition of *Urechis unicinctus* and those glycoprotein were studied. Freeze dried *Urechis unicinctus* was composed of more than 70% of crude protein and 15% of total carbohydrate. The amino acids such as glycine(18.69%), glutamic acid(12.50%) and aspartic acid(9.37%) were noted as major components of total amino acids. The predominant free amino acids were alanine(32.98%), glycine(27.50%), asparagine(19.65%) and taurine(8.29%), and the sum of them were more than 88% to total free amino acids, so they may cause unique taste of *Urechis unicinctus* with sweetness. As the basis of sugar composition analysis, 56.35% of glucose and 30.49% of N-acetylglucosamine were contained respectively, and they might also play an important role in a sweet taste. The leading carbohydrate moiety of glycoprotein from *Urechis unicinctus* was identified as glucose and N-acetylglucosamine similarly to raw muscle, and they occupied more than 50% of total sugar content. Fucose(18.32%) and D-glucuronic acid(12.31%) also detected in higher levels compared to raw muscle. The total amino acid profile of glycoprotein showed a similar trend to raw muscle protein but glycine was detected a significantly lower than that in raw muscle. The glycoprotein from *Urechis unicinctus* was composed of 4 kinds of subunits, i.e. 25kDa, 20kDa, 18kDa and 12.5kDa of molecular weights through the SDS polyacrylamide gel electrophoresis. On the basis of the IR spectrum of absorptions appeared in $1,240\text{cm}^{-1}$ and 850cm^{-1} , the glycoprotein had sulfate groups.

Key words: *Urechis unicinctus*, glycoprotein, chemical composition

서 론

개불(*Urechis unicinctus*)은 의충동물문(蠕蟲動物門)의 개불과에 속하며 전세계적으로 145여종이 있는 것으로 알려져 있다(1). 몸길이는 통상 10~30cm로서, 황갈색의 원통형을 하고 있으며, 한국, 일본, 태평양연안 등지의 바다 밑의 모래 속에 U자 모양의 관을 파고 사는 동물로 도미·가자미 등의 낚시에 미끼로 사용되기도 하나, 우리나라에서는 단맛과 같은 독특한 풍미가 있어 옛부터 남해안 지방을 중심으로 날 것 또는 건제품으로 식용되고 있다. 또한, 한방과 민간요법에서는 강정식(強精食)으로 이용되기도 하며, 혈전증 등에 효

과가 있다고 전해 내려져 왔다. 개불에 관한 연구에는 개불의 핵산관련물질, 지질, 단백질 및 아미노산 조성 등이 있다(2-6). 이와 같이 지금까지의 개불에 관한 연구들은 일반성분, 단백질, 아미노산 조성, 지방산 조성 등의 조성 분석에만 이루어져 특수 기능성을 가지는 개불의 생리활성 물질에 관한 연구는 거의 이루어지지 않은 실정이다. 최근 화학 합성제의 부작용을 보완할 수 있는 천연 합성제로 연구가 활발히 진행되고 있는데, 특히 다당류와 당단백질을 주성분으로 하는 의약품의 개발이 진행되고 있다. 이와 같은 연구개발의 추세로 인하여 다양한 해양생물자원으로부터 다당류와 당단백질을 추출하여 그 화학조성상의 특성과 항암·항돌

[†]To whom all correspondence should be addressed

연변이 활성 등의 연구가 진행되고 있다(7-10).

본 연구에서는 육상동식물, 어패류 및 해조류 등에 비해 이용율이 낮고 영양학적 특성이 구명되지 않은 해양생물자원 중에서 특히 우리나라 남부해안 지방에서 독특한 수산식품으로 이용되고 있는 개불을 대상으로 이의 성분조성과 당단백질을 추출하여 그 화학조성상의 특성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

개불(*Urechis uncinatus*)은 1997년 12월부터 1998년 2월 사이에 경남 남해군 지족면에서 구입하여, 산소가스를 충전하여 포장한 후 산채로 실험실에 신속히 운반한 뒤 내장을 제거하고 세척하여 진공동결건조하여 분말로 만들어 -24°C 에서 보관하면서 시료로 사용하였다. 실험에 사용된 개불의 중량은 $30.30 \pm 5.76\text{g}$ 이었고, 가식비율은 $40.45 \pm 2.50\%$ 였다.

당단백질의 분획

Bayliss 등(11)의 방법에 따라 동결건조한 개불 분말을 20mM 인산 완충용액(pH 7.0)으로 현탁시킨(4°C , 24hr) 다음, 원심분리(12,000rpm, 30min)하여 취한 상층액에 황산암모늄 결정을 가하여 포화 농도 80%까지 단계적으로 염석시켜, 원심분리(12,000rpm, 30min)하여 침전물을 취하였다. 침전물을 같은 완충액으로 투석하여 염을 제거한 후, 미리 완충액으로 평형화한 DEAE-cellulose ion exchange column($3.5 \times 12\text{cm}$)에 NaCl을 함유한 완충액으로 단계적으로 용해하여, 280nm에서 활성이 있는 분획만 모아, 다시 투석한 후 당단백질 실험에 사용하였다.

일반성분

수분은 105°C 상압건조법, 조지방은 Soxhlet법, 조단백질은 Semimicro Kjeldahl법으로, 회분은 550°C 건식회화법으로 분석하였다(12):

황산에스테르와 황산 콘드로이친 함량

황산에스테르의 함량은 Dodgson(13) 및 Dodgson과 Price(14)의 방법에 따라 측정하였으며, K_2SO_4 를 이용한 표준검량곡선으로 계산하였다. 검량선 방정식은 $Y = 334.44816 \cdot X + 0.50167$ ($r^2 = 0.99941$)이었으며, 이때 X는 360nm에서의 흡광도이다. 황산 콘드로이친의 함량은 alcian blue용액을 이용한 Yabe 등(15)의 방법으로 측

정하였고, chondroitin sulfate용액(Sigma Co., USA)을 이용하여 작성한 표준검량선에 따라 계산하였다. 검량선 방정식은 $Y = 148.86 \cdot X - 5.6149$ ($r^2 = 0.9982$)이었으며, 이때 X는 615nm에서의 흡광도이다.

단백질 함량 및 아미노산 분석

단백질 함량은 Lowry 등(16)의 방법에 따라 실험하였으며, 단백질을 구성하는 총아미노산은 6N HCl과 함께 dimethylsulfoxide(DMSO)를 이용한 산가수분해법으로 전처리하여 아미노산 자동분석계(Biochem 20, Pharmacia Biotech, UK)로서 분석하여 정량하였다. 유리 아미노산은 80% ethanol로 추출한 시료에 5'-sulfolicylic acid(SSA)로 제단백한 시료를 아미노산 분석기(Biochem 20, Pharmacia Biotech, UK)로 분석하였다.

다당류 함량과 구성당의 조성분석

다당류의 함량은 Dubois 등(17)의 방법에 따라 정량하였는데, 포도당을 표준으로 phenol-sulfuric acid와 반응하여 발색된 색도를 470nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다($Y = 143.09 \cdot X - 0.2933$, X는 470nm에서의 흡광도, $r^2 = 0.9979$). 구성당의 조성분석은 Chaplin(18)의 방법에 따라 methanolysis 및 trimethylsilylation시켜 휘발성 유도체를 만들어 이를 gas chromatography(DS6200, Donam, Korea)로 DB-1 칼럼을 사용하여 분석하였으며, 표준다당류의 chromatogram은 Fig. 1에 나타내었다.

SDS PAGE

추출된 단백질의 분자량은 Laemmli(19)의 방법에 따라 SDS-gel 전기영동 실험으로 결정하였고, SDS-

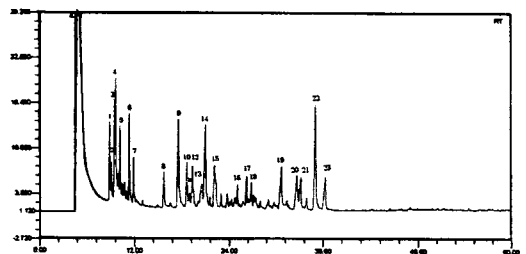


Fig. 1. Gas chromatogram of trimethylsilylated standard monosaccharides.

Peak 1,2: arabinose, 3: ribose, 4,5: rhamnose, 6,7: xylose, 8,10,11,13: mannose, 9,12: galactose, 14,15: glucose, 16,17: fucose, 18: glucuronic acid, 19,21: N-acetylgalactosamine, 20,23: N-acetylglucosamine, 22: meso-inositol

Table 1. Proximate composition of *Urechis unicinctus*¹⁾

Sample	Moisture	Crude protein ²⁾	Total lipid	Crude ash	Total carbohydrate ³⁾
Raw	86.29±0.54	10.16±0.07	0.54±0.06	1.07±0.03	1.94
Freeze dried	1.12±0.09	71.26±0.15	3.66±0.08	8.60±0.10	15.36

¹⁾Mean ± S.D.

²⁾Calculated by N×6.25

³⁾100-(moisture + protein + fat + ash)

PAGE molecular weight standard의 전기영동 이동도와 개불 당단백질의 전기영동 이동도를 비교하여 단백질 패턴을 검토하였다.

IR-spectrum 분석

동결건조한 개불분말에서 추출한 당단백질과 황산 콘드로이친의 주요 반응기의 특성 및 황산기 결합위치를 조사하기 위하여 KBr pellet 형태로 시료를 조제하여 FT-IR spectrophotometer(IFS66, Bruker Co., USA)를 이용하여 측정하였다.

결과 및 고찰

개불육의 일반성분

해수의 수온이 낮아 왕성한 활동을 하는 시기인 10월과 2월 사이에 채취한 개불의 일반성분의 분석결과를 Table 1에 나타내었다. 결과에서 보듯이 개불은 주로 단백질과 당질로 이루어진 전형적인 저지방 수산식품자원임을 알 수 있다. 다른 연구자들은 건물당 단백질이 63.57~78.73%, 지방이 3.66~10.67%, 탄수화물이 7.36~21.83%, 회분이 6.60~15.95%로 매우 다양하게 보고되고 있는데 이러한 차이는 계절적인 식습관의 차이, 개체의 연령과 서식지역의 차이에 기인된다고 볼 수 있다(20-22).

개불육의 아미노산 조성

개불육의 단백질을 구성하는 아미노산의 조성은 Table 2에 나타내었는데 주요 구성아미노산은 glycine, glutamic acid, aspartic acid, alanine 및 arginine 등으로 전체 구성아미노산의 58%가량을 차지하였다. 그러나 필수아미노산 총량과 비필수 아미노산 총량의 비율이 1:2 정도여서 구성아미노산 분포상태로서는 단백질의 품질은 그렇게 우수하지는 못한 것으로 밝혀졌다. Choi와 Han(6)은 개불육의 구성아미노산 조성을 보고 하면서 glutamic acid와 glycine이 전체의 32%를 차지했다고 보고하고 있어 본 실험결과와 일치하나 다만 그들은 glutamic acid가 glycine보다 많이 분포한다고 하

Table 2. Total amino acid profile in edible *Urechis unicinctus*

Amino acid	g/100g solid	g/16g N	(A ¹⁾ /TA ²⁾ × 100(%)
Aspartic acid	6.68	9.37	9.55
Threonine	2.88	4.04	4.12
Serine	3.02	4.24	4.32
Glutamic acid	8.75	12.28	12.50
Proline	3.64	5.11	5.20
Glycine	13.78	19.34	19.69
Alanine	6.33	8.88	9.05
Cystine	0.72	1.01	1.03
Valine	2.86	4.01	4.09
Methionine	1.52	2.13	2.17
Isoleucine	2.68	3.76	3.83
Leucine	4.10	5.75	5.86
Tyrosine	0.32	0.45	0.46
Phenylalanine	2.25	3.16	3.22
Histidine	0.28	0.39	0.40
Lysine	4.30	6.03	6.15
Ammonia	0.85	1.19	1.22
Arginine	5.02	7.05	7.17
Total	69.98	98.20	100.00

¹⁾Amount of each amino acid

²⁾Sum of total amino acid

여 본 실험결과와 상반된 결과를 보였다.

한편 개불육의 유리아미노산의 함량은 Table 3에 나타내었는데 24종류의 유리아미노산이 확인되었다. 개불육의 유리아미노산 총량은 실험자에 따라 상당한 격차를 보이는데 Lee(2)는 14종의 개불 유리아미노산을 분리하여 시료중 총질소량에 대하여 74%, Choi와 Han(6)은 37%(19종)를 나타낸다고 했으나 본 실험에서는 49%로 나타났다. 이는 시료의 채취시기 및 서식환경의 차이를 감안하더라도 상당한 거리가 있는 것인데 분석칼럼의 종류에 따른 차이라고 생각된다. 다만 개불육의 주요 아미노산은 glycine과 alanine으로 전체의 76%를 차지한다고 했으나 본 실험에서는 이 두가지 아미노산과 함께 asparagine을 합하면 전체의 80%를 차지하여 이들 아미노산들이 개불의 독특한 풍미에 절대적인 영향을 끼칠 것으로 판단된다(6).

개불육의 구성당 조성

개불육의 구성당의 gas chromatogram은 Fig. 2와

Table 3. Free amino acid profile of *Urechis unicinctus*

Amino acid	mg/100g	(A ¹ /TA ²) ×100(%)
Taurine	415.09	8.29
Urea	42.31	0.84
Aspartic acid	8.78	0.18
Hydroxyproline	4.72	0.09
Threonine	115.77	2.31
Serine	92.48	1.85
Asparagine	984.04	19.65
Glutamic acid	73.55	1.47
Proline	26.93	0.54
Glycine	1,377.18	27.50
Alanine	1,651.17	32.98
α-Aminobutyric acid	6.80	0.14
Valine	28.58	0.57
Methionine	23.28	0.46
Isoleucine	13.38	0.27
Leucine	22.04	0.44
Tyrosine	17.40	0.35
β-Alanine	4.81	0.10
Phenylalanine	17.18	0.38
Ammonia	8.06	0.16
Ornithine	6.18	0.12
Lysine	29.24	0.58
Histidine	26.34	0.53
Arginine	11.85	0.24
Total	5,007.20	100.00

¹) Amount of each amino acid

²) Sum of total free amino acid

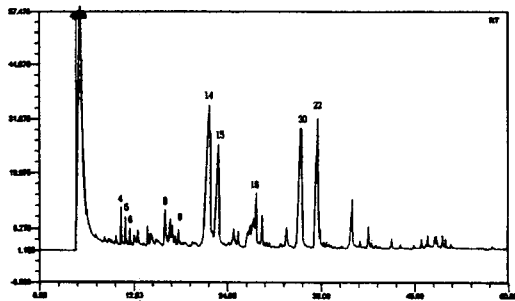


Fig. 2. GLC pattern of trimethylsilylated monosaccharides of *Urechis unicinctus*.

Peaks are same as Fig. 1.

같고, 그 조성은 Table 4과 같았다. 개불의 다당류를 구성하고 있는 구성당류에는 glucose와 N-acetylglucosamine의 두 종류가 전체의 85% 이상을 차지하였고, 이 밖에 D-glucuronic acid, rhamnose, mannose 등이 미량 구성성분으로 나타났다. Ryu 등(23)이 보고한 해삼의 구성당과 비교해 보면 해삼에 다량 분포하는 fucose와 mannuronic acid의 함량이 개불에는 거의 나타나지

Table 4. Sugar composition of polysaccharide in *Urechis unicinctus*

Monosaccharides ¹⁾	Peak area(%)
Xylose	1.30
Mannose	3.25
Galactose	1.01
Glucose	56.25
N-Acetylglucosamine	30.49
Rhamnose	3.48
D-Glucuronic acid	4.22

¹) Calculated from GC analysis, considering the total amounts under the seven monosaccharides as 100%

않았다.

개불 당단백질 분획과 화학조성

동결 건조된 개불분말을 DEAE-cellulose ion exchange chromatography로서 분획한 chromatogram을 Fig. 3에 나타내었다. 0.5M과 1.0M NaCl을 함유한 완충용액으로 단계적으로 용리하여 280nm에서 활성이 있는 분획만 모아 동결건조하여 정량한 결과, 당단백질의 수율은 0.954%였고, 0.5M NaCl에서 대부분의 당단백질이 용리되어 NaCl의 1.0M 이상의 농도에서는 280nm에서 활성을 나타내는 핵분이 거의 없었다. Moon 등(24)은 홍삼, 청삼, 흑삼 등의 해삼에서 당단백질을 추출하였는데 그 수율이 각각 0.814%, 0.183%, 0.232%로서 개불에서 더 많은 당단백질을 추출할 수 있었다.

또한, 개불에서 추출한 당단백질의 sulfate ester, chondroitin sulfate, 다당류의 함량 및 이를 구성하고 있는 구성당류의 chromatogram과 조성을 Fig. 4와 Table 5에 나타내었다. Sulfate ester의 함량은 2.72%로 Ryu

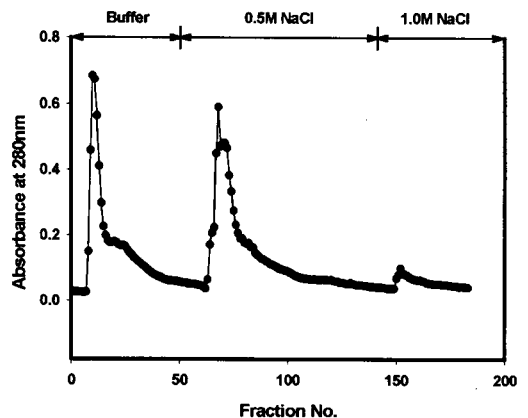


Fig. 3. DEAE-cellulose ion exchange chromatogram (3.5×12cm) from 80% saturated ammonium sulfate fraction of *Urechis unicinctus*.

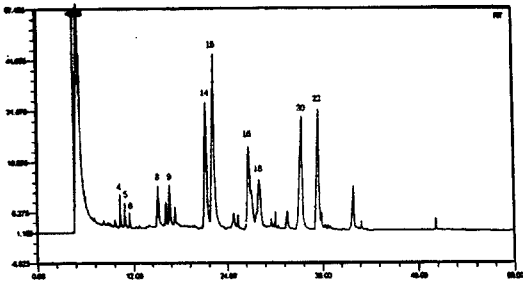


Fig. 4. Gas chromatogram of carbohydrate component in trimethylsilylated derivatives of glycoprotein from *Urechis unicinctus* by DEAE-cellulose ion exchange chromatography. Peaks are same as Fig. 1.

Table 5. Contents of sulfate ester, chondroitin sulfate and polysaccharide in glycoprotein from *Urechis unicinctus* fractionated by DEAE-cellulose ion exchange chromatography, and sugar composition of polysaccharide

Items	Content(%)
Sulfate ester	2.72±0.52
Chondroitin sulfate	3.93±0.01
Polysaccharide ¹⁾	17.82±1.00
Monosaccharides ²⁾	
Xylose	1.94
Rhamnose	0.63
Glucose	38.25
Fucose	18.32
Galactose	3.48
Mannose	4.02
D-Glucuronic acid	12.31
N-Acetylglucosamine	21.07

¹⁾Determined by phenol-sulfuric acid method.

²⁾Peak area(%) calculated from GC analysis, considering the total amounts under the seven monosaccharides as 100%.

등(23)이 보고한 해삼의 당단백질에 비해 2배정도 높게 나타났고, chondroitin sulfate의 함량은 3.93%로 나타났다. 당단백질 총량에 대하여 다당류가 17.80%로 나타났다으며, glucose가 38.25%, N-acetylglucosamine이 21.07%, fucose가 18.32% 그리고 D-glucuronic acid가 전체 다당류의 12.31%를 차지하고있어 전체의 90%에 해당되었다. 이는 정제하지 않은 개불육 중의 다당류보다 glucose와 N-acetylglucosamine 비율이 낮아진 반면, fucose와 D-glucuronic acid의 함량이 상대적으로 높은 결과를 보였다. Ryu 등(25)은 해조류(미역, 다시마, 툇 및 모자반)에서 추출한 당단백질에는 galactose의 함량이 구성당의 50% 이상을 차지하고, xylose, mannose와 fructose가 소량 있었으며 또한, 영지버섯에서 분리한 항암다당체의 조성(26)은 glucose의 함량이 월

등이 높았고, fucose, galactose와 mannose의 함량은 아주 적게 나타난 결과들과 비교하면 시료에 따른 구성당 조성은 차이가 있음을 알 수 있었다.

당단백질의 아미노산 조성 및 분자량

추출한 당단백질의 단백질 함량과 이를 구성하고 있는 아미노산의 조성은 Table 6에 나타내었다. 당단백질 중의 단백질 함량은 51.41%였고, glutamic acid, aspartic acid, leucine, valine, lysine, alanine, threonine 등이 주요 구성 아미노산으로 나타났는데, 동결 건조된 개불 분말의 아미노산 조성과 비교해 보면 glycine과 cystine의 함량이 75% 이상 낮음을 확인할 수 있었으며, alanine과 methionine도 50% 정도 낮았다.

동결건조 개불분말에서 DEAE-cellulose ion exchange chromatography로 분획한 당단백질을 SDS-PAGE 전기영동한 단백질 pattern을 Fig. 5에 나타내었다. Coomassie brilliant blue R-250으로 염색하여 확인한 결과 개불 당단백질은 약 25kDa, 20kDa, 18kDa과 12.5kDa 정도의 분자량을 지닌 4개의 단백질 subunit으로 이루어져 있음이 확인되어 29~20kDa의 단백질 subunit으로 구성되어 있는 해삼 당단백질(24)보다 저

Table 6. Protein concentration and amino acid profile of glycoprotein from *Urechis unicinctus* by DEAE-cellulose ion exchange chromatography

Protein ¹⁾ (%)	51.41±0.49		
Amino acids	g/100g sample	g/16g N	(A ²⁾ /TA ³⁾ × 100
Aspartic acid	5.96	9.89	12.28
Threonine	3.07	5.09	6.33
Serine	2.38	3.95	4.91
Glutamic acid	6.91	11.46	14.24
Proline	2.56	4.25	5.28
Glycine	2.74	4.54	5.65
Alanine	3.29	5.46	6.78
Cystine	0.15	0.26	0.31
Valine	3.74	6.19	7.71
Methionine	0.71	1.19	1.46
Isoleucine	2.67	4.43	5.50
Leucine	3.93	6.52	8.10
Tyrosine	0.12	0.23	0.25
Phenylalanine	2.22	3.69	4.58
Histidine	0.41	0.69	0.85
Lysine	3.63	6.02	7.48
Ammonia	1.69	2.81	3.48
Arginine	2.34	3.89	4.82
Total	48.43	94.39	100.00

¹⁾Determined by Biuret method.

²⁾Amount of each amino acid

³⁾Sum of total amino acid

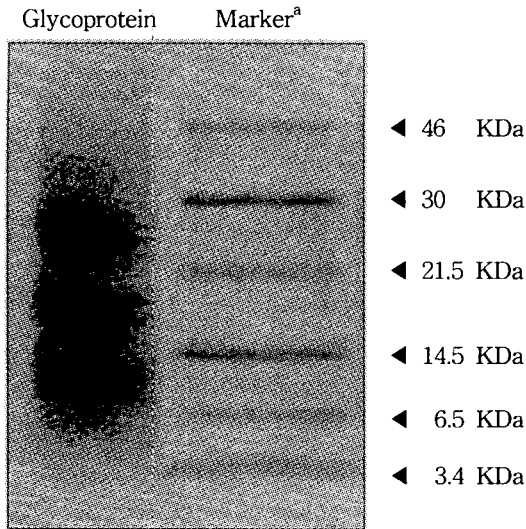


Fig. 5. SDS polyacrylamide gel electrophoresis pattern of glycoprotein from *Urechis unicinctus*

^aLow range standard molecular weight markers
Ovalbumin(46kDa), Carbonic anhydrase(30kDa)
Trypsin inhibitor(21.5kDa), Lysozyme(14.5kDa)
Aprotinin(6.5kDa), Insulin(b)chain(3.4kDa)

분자량의 subunit임을 알 수 있었다.

당단백질의 IR-spectrum 분석

추출한 당단백질의 주요 관능기를 확인하기 위하여 FT-IR을 측정하여 Fig. 6에 나타낸 바와 같이 $3,300\sim 3,400\text{cm}^{-1}$ 부근의 O-H stretching frequency, $2,900\text{cm}^{-1}$ 부근의 C-H stretching frequency, $1,600\text{cm}^{-1}$ 부근의 C=O, C=C의 conjugated stretching frequency, $1,100\sim 1,000\text{cm}^{-1}$ 부근의 C-H, C-O binding frequency 등 일반적으로 다당류에서 확인되어지는 spectrum 양상을 관찰할 수 있었다(27). 또한, $1,240\text{cm}^{-1}$ 와 850cm^{-1} 에서

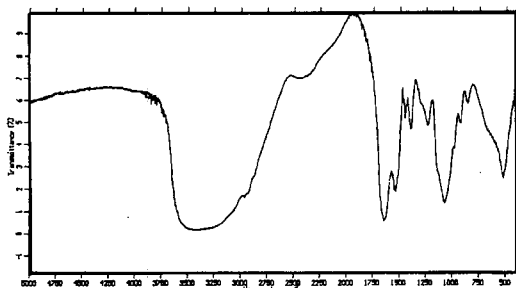


Fig. 6. IR spectrum of the glycoprotein from *Urechis unicinctus* by DEAE-cellulose ion exchange chromatography.

sulfate group을 나타내고, 이것은 각각 symmetric S=O와 C-O-S결합이 존재함을 나타내고 특히 850cm^{-1} 은 C-O-S가 axial위치에 결합되어 있음을 나타내었다. 이 spectrum은 당단백질의 특징을 잘 나타내고 있었고(28), 황산기를 함유한 당단백질로 확인할 수 있었다.

요 약

독특한 수산 기호식품으로 이용되고 있는 개불의 식품적 특성을 확인하기 위해 일반성분조성과 화학성분 조성을 개불육과 당단백질의 대상으로 조사하였다. 개불육의 주요 구성아미노산은 glycine과 glutamic acid였고, 유리아미노산은 alanine, glycine, asparagine 및 taurine이 88% 이상을 차지하여 개불의 독특한 단맛을 이끌어 냈다. 개불육의 주요 당류는 glucose와 N-acetylglucosamine이었으며 다당류 총량의 85% 이상을 차지하였다. 개불 당단백질은 ammonium sulfate로 염석하여 얻은 단백질 획분을 DEAE-cellulose ion exchanger로 양이온성의 단백질을 제거한 후 추출할 수 있었다. 추출된 당단백질의 주요 구성당은 개불육에서와 마찬가지로 glucose와 N-acetylglucosamine이었으며, 다당류에 대한 fucose와 D-glucuronic acid의 비율이 개불육에 비해 높아졌다. 개불 당단백질의 구성 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, leucine, valine 및 lysine으로 나타났는데, 개불육의 주요 아미노산이었던 glycine의 함량이 상당히 감소됨을 확인할 수 있었다. 추출된 당단백질의 SDS-PAGE pattern은 4개의 subunit로 확인되었는데, 그 분자량은 약 25kDa, 20kDa, 18kDa 및 12.5kDa이었다. 개불 당단백질의 특성을 보기 위해 IR spectrum을 측정한 결과 $1,240\text{cm}^{-1}$ 부근의 S=O 신축진동과 850cm^{-1} 과 820cm^{-1} 의 C-O-S 신축진동이 확인됨으로 sulfate가 함유된 당단백질임을 확인하였다.

감사의 글

이 연구는 1997년도 교육부 해양/수산과학분야 학술연구조성비의 연구비지원에 의한 결과의 일부이며 이를 감사드린다.

문 헌

1. Iwanami's Dictionary of Biology : Shoten, I. Academy Publishing Co., Seoul, p.435(1998)
2. Lee, E. H. : The taste of the extract of the sun-dried "Gae-bul", *Urechis unicinctus*. Bull. Pusan Fish. Coll.,

- 8, 113-116(1968)
3. Chung, S. Y., Lee, E. H., Kim, S. H., Sung, N. J. and Ha, J. H. : Degradation of nucleotides and their related compounds in Gae-bul, *Urechis unicinctus*, during sun drying. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **8**, 171-176(1975)
4. Oh, K. S., Chung, Y. H., Lee, T. H., Ahn, C. B. and Lee, E. H. : Changes in lipid components of Gae-bul, *Urechis unicinctus*, during hot-air drying. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **18**, 153-157(1986)
5. Joh, Y. G. and Kim, K. S. : Studies on lipids of *Urechis unicinctus*-on the composition of lipids, fatty acid and sterol. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **16**, 255-259(1983)
6. Choi, Y. J. and Han, Y. S. : Protein and amino acid compositions in Echiurid and Sea hare muscles. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **18**, 550-556(1985)
7. Okutani, K. : Isolation and characterization of a fucosamine-containing polysaccharide from a marine strain of *pseudomonas*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **57**, 2151-2156(1991)
8. Okai, Y., Okai, K. H. and Nakamura, S. : Identification of heterogenous antimutagenic activities in the extract of edible brown seaweeds, *Laminaria japonica*(Mak-onbu) and *Undaria pinnatifida*(Wakame) by the *umu* gene expression system in *Salmonella typhimurium* (TA1535/pSK1002). *Mutation Research*, **303**, 63-70(1993)
9. Konishi, F., Mitsuyama, M., Okuda, M., Kuniaki, T., Hasegawa, T. and Nomoto, K. : Protective effect of an acidic glycoprotein obtained from culture of *chlorella vulgaris* against myelosuppression by 5-fluorouracil. *Cancer Immunol. Immunother.*, **42**, 268-274(1996)
10. Kamiya, H., Muramoto, K., Goto, R. and Yamazaki, M. : Characterization of the antibacterial and antineoplastic glycoproteins in a sea hare *Aplysia juliana*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**, 773-778(1988)
11. Bayliss, M. T., Venn, M. M. and Ali, S. Y. : Structure of proteoglycan structure of proteoglycan from different layers of human articular cartilage. *Biochemical J.*, **209**, 387-400(1983)
12. AOAC : *Official methods of analysis*. 15th ed., Assoc. of official analytical chemists, Washington, DC, p.237(1990)
13. Dodgson, K. S. : Determination of inorganic sulphate in studies on the enzymic and non-enzymic hydrolysis of carbohydrate and other sulphate esters. *Biochem. J.*, **78**, 312-315(1961)
14. Dodgson, K. S. and Price, R. G. : A note on the determination of the ester sulphate content of sulphated polysaccharides. *Biochem. J.*, **84**, 106-110(1962)
15. Yabe, Y., Ninomiya, T., Kashiwaba, H., Tatsuno, T. and Okada, T. : Determination of sodium chondroitin sulfate added in foods. *Journal of the Food Hygienic Society of Japan*, **28**, 13-18(1987)
16. Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. : Protein measurement with the Folin-phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-275(1951)
17. Dubois, M., Gilles, K., Hamilton, J., Rebers, P. and Smith, F. : Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28**, 350-356(1956)
18. Chaplin, M. F. : A rapid and sensitive method for the analysis of carbohydrate components in glycoproteins using gas-lipid chromatography. *Analytical Biochemistry*, **123**, 336-341(1982)
19. Laemmli, U. K. : Cleavages of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature*, **227**, 680-681(1970)
20. DHEW : Food Composition Table for Use in East Asia. U. S. Dept. of Health, Education and Welfare, Washington, DC, p.73(1972)
21. Sidwell, V. D. : Chemical and nutritional composition of finfishes, whales, crustaceans, mollusks and their products. NOAA Technical Memorandum NMFS F/SEC-II, U. S. Dept. of Commerce, Washington, DC, (1981)
22. Chemical composition of marine products in Korea : Utilization Research Laboratory, National Fisheries Research and Development Agency. p.70(1989)
23. Ryu, H. S., Moon, J. H. and Suh, J. S. : Chemical compositions of glycoprotein and chondroitin sulfates from Sea Cucumber(*Stichopus japonicus*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 72-80(1997)
24. Moon, J. H., Ryu, H. S., You, B. J. and Moon, S. K. : Physicochemical properties and dietary effect of glycoprotein from Sea Cucumber(*Stichopus japonicus*). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 240-248(1996)
25. Ryu, B. H., Kim, D. S., Cho, K. J. and Sin, D. B. : Antitumor activity of seaweeds toward sarcoma-180. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 595-600(1989)
26. Kim, S. H., Kim, E. S. and Kim, Y. S. : Studies on the polysaccharide extracted from *Ganoderma lucidum*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **24**, 147-153(1995)
27. Cho, K. J., Lee, Y. S. and Ryu, B. H. : Antitumor effect and immunology activity of seaweeds toward sarcoma-180. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **23**, 345-352(1990)
28. Nippon Seikagakuikai : Toshitsu no Kagaku. In "Seikagaku Jikken Koza" Tokyo Kagakudojin, Tokyo, Vol. 4, p.413(1976)

(1999년 1월 23일 접수)