

고순도 콘드로이틴 황산의 제조

김영준^{1*}, 조석형²

¹청운대학교 화장품과학과, ²해전대학 의료재료과

Preparation of High Purity Chondroitin Sulfate

Kim, Young Jun^{1*} and Cho, Suk Hyung²

¹Department of Cosmetic Science, Chungwoon University

²Department of Medical Materials, Hyejeon College

요 약 콘드로이틴황산은 상어연골로부터 알카리방법과 효소적 방법에 의해 추출하였다. 추출에 있어서 알카리의 농도, 효소인 알카라제의 농도, 온도 등에 따른 최적 추출조건을 규명하였으며 콘드로이틴 황산용 UF 막으로 막분리하여 순수한 콘드로이틴황산을 얻었다. 얻어진 콘드로이틴 황산의 분자량을 GPC로 측정하였을 때 분자량이 27만 Da 이었다.

Abstract Chondroitin sulfate was extracted by alkali method and enzyme method from shark cartilage. In extract system, various processing parameters such as concentration of alkali and alcarase, temperature etc, have been investigated for optimization condition. The pure chondroitin sulfate was obtained by UF membrane separation. The characteristics was also investigated with gel permeation chromatography(GPC). The molecular weight of chondroitin sulfate was 2.7×10^4 Da.

Key Words : Chondroitin sulfate, Shark cartilage, Alcarase

1. 서론

콘드로이틴황산은 D-glucuronic acid, N-acetyl-D-galactosamine과 황산으로 결합되어 있는 점질성 다당류(뮤코다당, mucopolysaccharide)이다. 콘드로이틴황산은 동물의 결합조직의 기질이나, 장기(腸器), 체액 등에 광범위하게 분포하고 아미노당을 함유하는 복합다당으로서 황산기를 함유하는 것과 함유하지 않는 것이 알려져 있다.

이와 같은 콘드로이틴황산의 다양한 기능성에 따라 의학분야에서는 내과, 외과, 안과, 이비인후과 등의 임상분야에서 의약품으로서 이용되고 있고, 화장품업계에서는 피부미용효과가 우수하여 화장품의 원료로서 널리 이용하고 있으며, 식품으로는 최근에 건강음료로 개발되어 있는 시장성이 대단히 큰 기능성물질의 하나이다. 이러한 중요성에 비추어 외국에서는 일찍이 콘드로이틴황산의

탐색, 추출 및 분리 등에 관하여 체계적인 연구를 수행한 결과 관련 기술을 정립하여 다양한 소재의 제품을 생산하고 있다.

그럼에도 불구하고, 우리나라에는 콘드로이틴황산 소재의 탐색과 추출 및 제품화에 관한 기술기반이 없기 때문에 국내에서 소비되고 있는 콘드로이틴황산은 거의 외국에서 수입하여 사용하고 있는 실정으로 이에 관한 국내의 독자적인 관련 기술의 개발이 시급한 실정이다.

또한, 콘드로이틴황산을 섭취하여 보충해주면 노화가 저지되고 피부에 윤기와 탄력을 주며 특히 관절조직의 보호 및 윤택작용에 의한 관절염 예방 및 치료에 효과가 있는 것으로 알려져 있다[1].

콘드로이틴황산의 분자량과 점도 등의 물리·화학적 특성[1]이 밝혀진 것을 시초로 연구가 활발히 진행되어 특히, 성인병의 억제 및 예방과 관련한 여러 가지 기능특성들이 보고되었다. 즉, 피부노화를 억제하고, 동맥경화

*교신저자 : 김영준(cuma0611@korea.com)

접수일 09년 03월 16일

수정일 09년 04월 15일

게재확정일 09년 04월 22일

의 억제 및 예방, 혈액응고작용, 관절조직 보호 작용 및 석회화 작용에 의한 뼈형성[2,3], 항염증 및 진통효과, 세균감염 억제작용 등[4]의 효과가 있음이 알려져 있고 이 밖에 신경성장 촉진 기능, 혈관생성 억제기능[5]에 의한 항종양 및 항암 활성화와 피로억제 효과 등이 보고되었다.

그러나 현재 국내에서 생산되는 콘드로이틴황산 및 그의 함유 제품은 연골을 분말화한 형태이거나 뮤코다당 단백질로 추출되어진 형태 그대로 사용되고 있다.

따라서 본 연구에서는 효능을 획기적으로 증대시키고 응용성을 넓이기 위해서 순수한 콘드로이틴황산을 분리하여 제조하였으며 그의 특성에 대하여 연구하였다.

2. 실험

2.1 재료 및 기구

상어연골은 인도네시아에서 수입하여 사용하였으며 단백질분해효소인 알카라제 및 콘드로이틴 분해효소인 콘드로이틴아제는 Junsei사제를 구입하여 사용하였고 유도결합플라즈마방출분광기(ICP Atomic Emission Spectrometer, Thermo Jallell Ash ICP-IRIS)을 사용하였다. UV/Vis 분광광도계는 일본분광사제를 사용하였으며, GPC는 Waters사의 것을 사용하였다. 기타 시약 및 기구는 구입한 그대로 사용하였다.

2.2 일반성분의 분석

일반성분은 상법(常法)에 따라 측정하였다. 즉, 수분은 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet법, 조단백질은 Kjeldahl법, 회분은 건식회화법으로 각각 측정하였다.

2.3 금속성분의 분석

시료의 금속함량은 적당량의 시료를 완전히 건조시킨 뒤 110℃에서 24시간 산 가수분해한 다음, 일정량을 취하여 유도결합플라즈마방출분광기(ICP Atomic Emission Spectrometer, Thermo Jallell Ash ICP-IRIS)를 사용하여 정량하였다.

2.4 수율의 측정

각 시료의 수율은 원 시료의 양에서 추출되지 않고 남은 불용분을 뺀 양을 원시료량에 대한 백분율로 나타내었다. 즉, 효소분해 추출한 추출물을 여과하여 얻어진 불용 잔사와 원 시료의 무게 차를 구함으로써 추출물의 양을 구하여 추출 전·후 시료의 무게 백분율로써 추출물의 수율을 나타내었다.

2.5 콘드로이틴황산 추출물의 제조

상어연골에 대해서는 알카라제에 의한 제조가 가장 효과적이고 경제적인 방법으로 나타났으므로, 알카라제에서의 콘드로이틴황산 소재 제조의 최적조건(pH, 효소농도, 온도)을 조사하여 상어연골로부터 콘드로이틴황산 소재를 각각 제조하였다. 즉, 소정량의 상어연골 분말에 2%(v/w, dry basis)의 알카라제를 첨가하고 60℃, pH 7.0~7.2에서 단백질을 가수분해하였다. 효소를 실행시키기 위하여 95℃의 온도로 15분 반응시켰다. 그리고 반응용액을 여과포로 필터하여 콘드로이틴황산 추출물을 얻었다.

2.6 아미노산의 분석

아미노산은 일정량의 시료를 정확히 칭량한 뒤 110℃에서 24시간 산 가수분해한 것을 시액으로 하였으며, 시액 일정량을 취하여 아미노산 분석기(Amino Acid Analyzer, Pharmacia Biotech Biochrom 20)를 사용하여 정량하였다.

2.7 콘드로이틴황산의 정량

콘드로이틴황산은 구성 성분인 황산기를 정량하여 질량비를 통해 콘드로이틴황산으로 환산함으로써 정량하였다. 황산기 함량은 teflon-lined cap이 있는 reaction vial에 일정량의 시료(SO₄²⁻의 함량이 0~200mg)와 90wt% formic acid 0.5ml를 넣고, 질소로 치환한 뒤 100℃에서 6시간 동안 가수분해 한다. 가수 분해물에 증류수 2.5ml를 첨가하여 희석시키고 질소로 치환하여 100℃에서 2시간 가수분해하여 시험용액으로 사용하였다. 시험용액 0.2ml에 4% TCA용액 3.8ml 및 BaCl₂-gelatin 시약(증류수에 gelatin 2g을 넣어 녹인 후 2~3시간 방치 후 사용) 1ml를 첨가하여 교반하고 20분간 방치한 후 360nm에서 흡광도를 측정하여 황산기 함량을 정량하였다. 콘드로이틴황산의 함량은 황산기의 분자량과 콘드로이틴황산의 분자량과의 비로 구해지는 계수를 측정된 황산기의 함량에 곱하여 구하였다. 표준 검량선은 K₂SO₄로 작성하였다.

2.8 고순도 콘드로이틴황산의 제조

한외여과 처리하기 위하여 한외여과막(분획분자량 2만 이하)을 장착한 한외여과장치에 상기의 단백질 분해 효소 처리액을 평균 2~3kg/cm²의 압력으로 처리하여 10 l/분으로 처리 이송하여 단백질분해물을 분리하였다.

2.9 GPC 측정

반응하여 얻은 콘드로이틴황산 올리고당 환원말단을

2-aminopyridine으로 발색시키고 겔투과크로마토그래피를 행하였다. GPC(Wares사 516)는 실온에서 행하였고 이동상은 0.02M 초산암모늄 완충용액(pH 7.5)를 사용하였으며 유속은 0.5ml/min으로 행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 콘드로이틴황산 소재의 제조 공정 및 성분조성

상어연골을 파쇄하여 전처리로 산처리를 실시하였으며 전처리된 상어연골을 여러 가지 조건에서 추출하였다.

상어연골의 일반성분 분석에서 당 함량이 비교적 많은 것으로 나타난 등뼈와 어깨뼈를 대상으로 하여 일반성분을 조사한 결과를 표 1에 나타내었다. 또한 전처리로 1wt% 염산용액에 5시간 반응하여 탈칼슘하고 중화한 다음 물로 세척하여 건조한 후 일반성분을 측정된 결과를 표 2에 나타내었다. 표 1, 2에서 보는 바와 같이 등뼈 및 어깨뼈의 수분함량은 10%이내 즉 7.5% 수준이었으며 다당의 함량은 산으로 처리하지 않은 경우 등뼈는 10.9%, 어깨뼈의 경우는 17.8%로 어깨뼈 내지 머리뼈에 더 많은 다당이 함유되어 있음을 알 수 있었으며 산처리를 한 경우에는 다당의 함량이 23.9%, 28.3%으로 무처리에 비하여 상당히 많은 함량을 나타내고 있다. 따라서 콘드로이틴 황산을 산업적으로 추출할 경우 전처리로 산처리를 하는 것이 경제적인 생산방법이 될 것으로 판단된다.

[표 1] 상어연골의 일반조성

Component	Content(%)	
	Back bone	Shoulder and Head bone
Moisture	7.2	7.5
Protein	40.2	49.5
Lipid	0.2	0.3
Ash	41.5	24.9
Carbohydrate	10.9	17.8

상어연골의 등뼈 및 어깨뼈의 아미노산 조성을 표 3에 나타내었다. 그 결과, 등뼈의 경우 산성아미노산인 aspartic acid와 glutamic acid의 함량이 각각 23.5mg/100g와 44.0mg/100g로 나타났으며 glycine은 65.2mg/100g, Proline은 44.1mg/100g 등으로 나타났고 그 함량은 다른 해양성 동물보다 낮은 함량을 나타내었다.

[표 2] 1wt% HCl 용액으로 처리한 상어연골의 일반조성

Component	Content(%)	
	Back bone	Shoulder and Head bone
Moisture	6.2	5.5
Protein	69.3	65.7
Lipid	0.1	0.1
Ash	0.5	0.4
Carbohydrate	23.9	28.3

[표 3] 알카라제로 분해한 상어연골의 아미노산 분석

Amino acid	Content(mg/100g)	
	Back bone	Shoulder and Head bone
Aspartic acid	23.5	22.1
Threonine	8.2	9.8
Serine	10.4	10.8
Glutamic acid	44.0	48.5
Proline	44.1	43.2
Glycine	65.2	67.5
Alanine	23.0	26.4
Cysteine	6.8	7.1
Valine	12.5	11.8
Methionine	7.8	8.1
Isoleucine	17.9	18.3
Leucine	17.7	18.6
Tyrosine	3.8	3.1
Phenylalanine	12.8	13.2
Histidine	3.4	3.6
Lysine	9.7	9.9
Arginine	22.6	24.1

수산가공부산물로서 상어 어깨뼈와 등뼈의 금속성분을 측정하여 표 4에 나타내었다. 그 결과, 등뼈와 어깨뼈 모두 Ca, P 및 Mg의 함량이 많았는데, Ca가 등뼈 및 어깨뼈에서 각각 7.5% 및 3.1%였고, P는 4.1% 및 1.6%, Mg은 등뼈와 어깨뼈 모두 0.1% 정도였다. 다음으로 Fe, Zn 및 Mn의 순으로 많았으며 인체에 유해한 중금속인 Cd와 Hg 등은 검출되지 않았고 Pb은 허용 기준치(2ppm) 미만인 극미량 검출되어 식용에는 문제가 없는 것으로 나타났다.

[표 4] 알카라제로 분해한 상어연골의 중금속 함량분석

Metal	Content(ppm)	
	Back bone	Shoulder and Head bone
Se	N.D	N.D
Cr	0.05	N.D
Mn	0.01	N.D
Fe	2.74	3.54
Mg	299	29.1
Ca	712	92.8
Zn	0.34	0.12
Cu	0.25	0.12
Pb	0.05	0.01
Cd	N.D	N.D
Ni	0.06	0.45
Hg	N.D	N.D
P	1443.2	187.2
Ag	0.03	0.01
Ba	0.18	1.77
Sr	1.02	1.05

3.2 콘드로이틴황산 추출

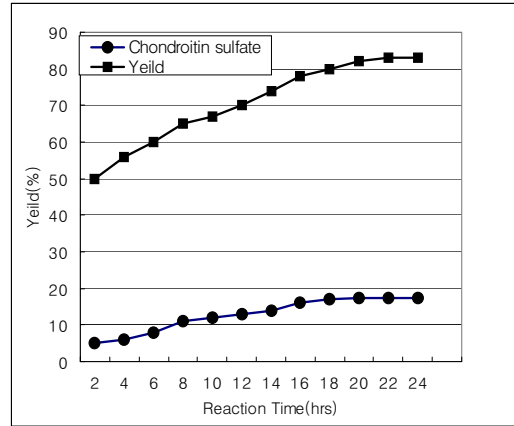
상어연골의 일반성분 분석에서 당 함량이 비교적 많은 것으로 나타난 어깨뼈를 대상으로 하여 10배의 물을 가한 다음 2%의 알카라제를 넣고 24시간 추출한 결과를 그림 1에 나타내었다. 그림 1에는 16~24시간 동안 수율 및 콘드로이틴황산의 함량을 측정하였다. 그 결과, 반응시간에 따라 수율은 점차 증가하다가 반응 20시간에서 82.8%의 가장 높은 수율을 보였으며 이때의 콘드로이틴황산의 함량은 16.3%였다. 또한, 콘드로이틴황산은 반응시간에 따른 큰 변화 없이 액체로 16~17%의 함량을 보였다.

또한 상어 연골 중 어깨뼈의 분쇄물을 4% NaOH로 80℃에서 가수분해 한 결과를 그림 2에 나타내었다. 그 결과, 반응시간에 따라 수율은 점차 증가하다가 반응 20시간에서 86.0%의 가장 높은 수율을 보였으며 이때의 콘드로이틴황산의 함량은 16.3%였다. 또한, 콘드로이틴황산은 반응시간에 따라 큰 변화 없이 액체로 16~17.5%의 함량을 보였다.

또한 어깨뼈를 대상으로 1% 염산용액으로 처리하여 탈칼슘한 후 10배 가량의 물을 가한 다음 2%의 알카라제를 넣고 24시간 추출한 결과를 그림 1에 나타내었다 반응시간에 따른 수율 및 콘드로이틴황산의 함량을 측정한 결과, 반응시간에 따라 수율은 점차 증가하다가 반응 20시간에서 94.8%의 가장 높은 수율을 보였으며 이때의 콘드로이틴황산의 함량은 26.3%였다. 또한, 콘드로이틴황산은 반응시간 12시간부터는 반응시간에 따른 큰 변화 없이 액체로 26~28%의 함량을 보였다.

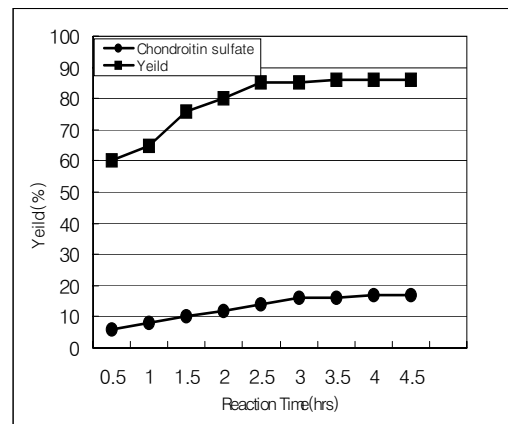
또한 상어 연골 중 어깨뼈의 마쇄물과 분말을 1% 염

산으로 처리하여 중화하고 건조한 분말을 4% NaOH로 80℃에서 가수분해 한 결과를 그림 4에 나타내었다. 그 결과, 반응시간에 따라 수율은 점차 증가하다가 반응 3시간에서 96.0%의 가장 높은 수율을 보였으며 이때의 콘드로이틴황산의 함량은 27.3%였다. 또한, 콘드로이틴황산은 반응시간 2시간부터는 반응시간에 따른 큰 변화 없이 액체로 27~28.5%의 함량을 보였다.

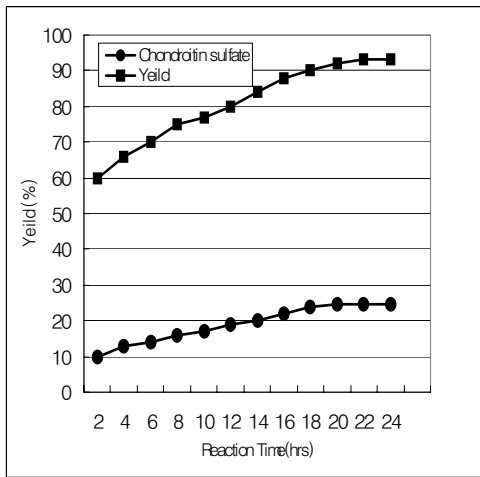


[그림 1] 알카라제로 분해한 상어연골의 추출수율 및 콘드로이틴 함량(상어연골은 2% 알카라제로 60℃, pH 7에서 분해)

이러한 결과로부터 상어연골을 산으로 처리한 후에 알칼리 또는 효소에 의해 추출하는 것이 수율이나 형상에서 좋은 결과를 나타내었으며 또한 알칼리 처리에 의해 추출하는 것보다 효소에 의해 추출하는 것이 용액의 걸변을 막고 양질의 콘드로이틴황산을 추출할 수 있었다.



[그림 2] NaOH로 분해한 상어연골의 추출수율 및콘드로이틴 함량(4% NaOH 용액으로 80℃에서 분해)

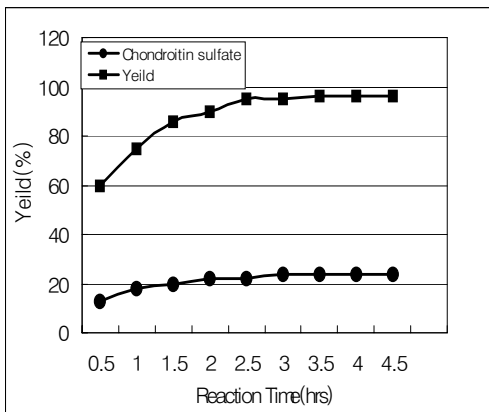


[그림 3] 상어연골을 산으로 처리한 후 알칼리제로 분해한 상어연골의 추출수율 및 콘드로이틴 함량(상어연골은 2% 알칼리제로 60℃, pH 7에서 분해)

3.3 고순도 콘드로이틴황산의 제조를 위한 분리

3.3.1 분별침전에 의한 분리

상어연골 추출물에 침전제로서 5% CPC, 2% CaCl₂, 2% PEG 및 80% IPA를 각각 소정량 첨가하여 1시간 정도 방치하여 분별침전을 행하였다. 표 5와 같이 분리된 침전물은 1,400G, 30분간 원심분리한 후 침전물의 수율을 측정하였다. 그 결과, 80% IPA를 첨가하였을 때가 수율이 55.8%로 가장 높았고 5% CPC는 27.4%였다. 그러나, 2% CaCl₂와 2% PEG에서는 1% 내외의 매우 낮은 수율을 보였다. 그러므로, 시험한 침전제 중에서는 IPA가 가장 효과적인 침전제로 나타났다.



[그림 4] 상어연골을 산으로 처리한 후 알칼리 용액으로 분해한 상어연골의 추출수율 및 콘드로이틴 함량(4% NaOH 용액으로 80℃에서 분해)

[표 5] 상어연골 추출물의 분별침전 수율*

Reagent	Yield (%)
5% Cetylpyridinium chloride	27.4
2% Calcium chloride	1.6
2% Polyethylene glycol	0.6
80% Isopropyl alcohol	55.8

* Shark cartilage homogenate was hydrolysed with 2% alcalase.

표 6을 보면 콘드로이틴황산의 분리를 위한 용매 분별 침전에서 가장 효과적인 침전제로 나타난 IPA를 농도별로 첨가하여, 첨가농도별 침전물의 수율 및 콘드로이틴황산의 함량을 측정하였다. 그 결과, 30~50%까지 첨가했을 경우는 40% 미만의 낮은 수율을 보였으므로 콘드로이틴 황산 함량의 고려대상에서 제외하였으며, IPA 80% 이상 첨가시 침전물의 수율은 60% 내외로 높아졌으며 콘드로이틴황산의 함량도 55% 이상의 높은 값을 보였다. 특히 IPA 90%에서는 수율과 콘드로이틴황산의 함량은 가장 높은 것으로 나타났는데 수율은 64.6%였고, 콘드로이틴 황산은 66.5%로 나타났다.

[표 6] 이소프로필 알코올의 함량에 따른 상어연골 추출물의 분별침전 수율 및 콘드로이틴함량*

Reagent	Precipitate yield (%)	Chondroitin content of precipitate (%)
60% Isopropyl alcohol	27.5	-
70% Isopropyl alcohol	31.6	-
80% Isopropyl alcohol	61.2	55.8
90% Isopropyl alcohol	64.6	66.5

* Shark cartilage homogenate was hydrolysed with 2% alcalase.

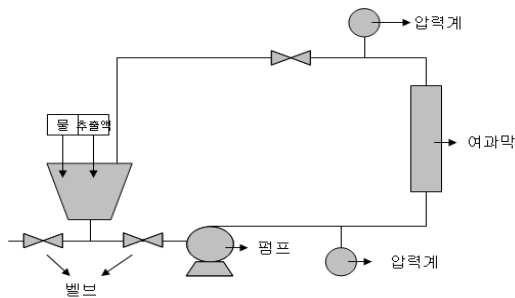
상기와 같이 분별침전에 의해서도 콘드로이틴황산 높게 나타났으나 90%이상의 순수한 콘드로이틴황산의 분리는 불가능하였다. 또한 단백질 등의 불순물이 함께 침전될 뿐 아니라 이온교환 수지 등의 사용이 불가피하며 다량으로 생산할 경우에는 다량의 알코올이 사용되기 때문에 생산가격이 올라가는 단점이 있다.

3.3.2 막분리에 의한 콘드로이틴황산의 분리

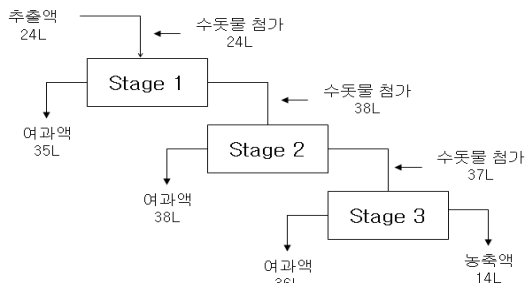
앞에서 상어연골 분쇄물을 산처리하고 이를 효소분해한 다음 여과하여 얻어진 콘드로이틴황산 추출물을 그림

5와 같이 구성된 장치를 이용하여 분리하였다.

앞에서 추출한 추출물을 그대로 여과막에 공급하면 콘드로이틴황산이 잘 분리되지 않고 공정상 여과막이 막히는 등 나쁜 결과를 초래하기 때문에 처음에 추출액과 함께 물을 첨가하면서 여과막에 공급하였다. 사용한 한외여과막은 콘드로이틴황산의 분자량을 고려하여 사용하였으며 상어연골에서 추출한 콘드로이틴황산의 분자량이 2만 Da 이상이기 때문에 분획분자량 2만인 한외여과막을 사용하였으며 한외여과막의 내압성을 고려하여 공급량을 선택하였다. 평균압력 2~3kg/cm²의 압력과 10L/분의 조건으로 그림 6과 같이 처리하였다.



[그림 5] 상어연골 추출물에서 UF분리막에 의한 콘드로이틴황산 분리 모듈



[그림 6] 상어연골 추출물에서 UF 막분리법으로 콘드로이틴황산의 분리

먼저 추출물 24L에 물 24L을 첨가하여 처리액을 공급하여 앞의 조건으로 처리하여 투과액 약 35L를 얻었고 농축율이 약 3.7배 농축이었다(stage 1). 농축액 중 콘드로이틴황산의 농축도는 32g/L이었고 투과액 중 콘드로이틴황산의 농축도는 0.4g/L(순도 1.6%)이었다. 또한 콘드로이틴황산의 순도는 62%이었다.

다음에 투과액과 비슷한 정도의 물을 첨가(38L)하여 두 번째(stage 2)로 처리하여 투과액 38L를 얻었고 농축액 중의 콘드로이틴황산의 농축도는 33g/L(순도는 86%)이었다. 다시 투과액과 같은 양의 물을 첨가하여 동일한

방법으로 한외여과 처리한 결과 농축액 14L를 얻었으며 농축액 중 콘드로이틴황산의 농도는 32.2g/L이었고 순도는 98%이었다.

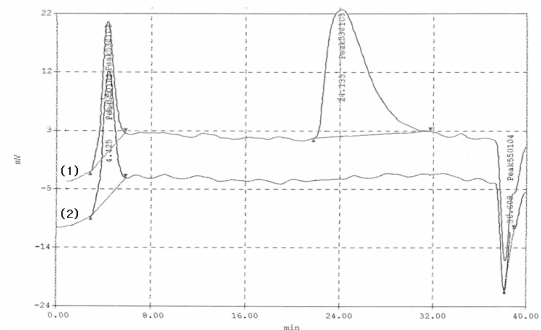
[표 7] UF 여과에 의해 분리된 콘드로이틴황산의 순도 및 함량

Stage		chondroitin sulfate concentration (g/L)	Purity of chondroitin sulfate (%)
stage 1	concentrate	32	62
	transmit	0.4	1.6
stage 2	concentrate	33	86
	transmit	-	-
stage 3	concentrate	32.2	98
	transmit	-	-

표 7에서 보는 바와 같이 각 stage에서 콘드로이틴황산의 유출액이 매우 작고 콘드로이틴황산의 추출액의 순도는 추출 전에 28%이었던 것을 98%까지 얻을 수 있었다.

3.3.3 막분리에 의한 콘드로이틴황산의 GPC 분석

막분리 전후 콘드로이틴황산의 GPC 분석결과 그림 7에서 보는 바와 같이 한외여과 전의 상어연골 추출물은 콘드로이틴황산과 효소에 의해 분해된 펩타이드가 분리되어 나오는 것을 볼 수 있으며 한외여과 한 후 stage 3에서 얻어진 시료에서는 펩타이드가 정제되고 순수한 콘드로이틴황산만이 나타남을 알 수 있다. 이로부터 한외여과에 의해 순수한 콘드로이틴황산을 얻을 수 있음을 알 수 있고 이때 콘드로이틴황산의 분자량은 중량평균 분자량으로 약 27만이었다.



[그림 7] 상어연골 추출물의 GPC 그림
(1) UF막 분리 전 (2) UF막 분리 후

4. 결론

현재 국내에서 생산되는 콘드로이틴 황산 및 그의 함유 제품은 연골을 분말화한 형태이거나 뮤코다당 단백질로 추출되어진 형태 그대로 사용되고 있다. 본 연구에서는 콘드로이틴/단백질 혼합 추출물로부터 콘드로이틴 황산만 순수하게 분리하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 상어연골에서 추출한 콘드로이틴황산의 함량을 측정한 결과, 94.8%의 수율을 보였으며 이때의 콘드로이틴황산의 함량은 16.3%였으며 산처리를 한 경우에는 다당의 함량이 28.3%으로 무처리에 비하여 상당히 많은 함량을 나타내고 있다. 상어연골을 산으로 처리하여 추출하는 것이 수율이나 형상에서 좋은 결과를 나타내었으며 또한 알칼리 처리에 의해 추출하는 것보다 효소에 의해 추출하는 것이 용액의 갈변을 막고 양질의 콘드로이틴황산을 추출할 수 있었다.
2. 상어연골 추출물을 한외여과 한 결과 각 stage에서 콘드로이틴황산의 유출액이 매우 작고 콘드로이틴 황산의 추출액의 순도는 추출 전에 28%이었던 것을 98%까지 얻을 수 있었다. GPC 측정결과 콘드로이틴황산의 평균분자량은 27만Da이었다.

참고문헌

- [1] Nadanaka, S and K. Sugahara, "The urusual terasaccharide sequence GlcA beta 1 -3 GalNAc(4-sulfate) beta 1-4 GlcA(2-sulfate) beta 1-3 GalNAc(6-sulfate) found in the hexsaccharides prepared by testicular hyaluro- nidase digestion of shark cartilage chondroitin sulfate D", *Glycobiology*. 7(2) 253-263, 1997.
- [2] Cassaro , C. M. F. and C . P. Dietrich, "Distribution of sulfated mucopolysaccharide in invertebrates", *J. Biol. Sci.* 252, 2254- 2261, 1997.
- [3] Manssur , Y ., New technologies for health foods and nutraceuticals. *Nurtaceuticals & food* 7(2), 222-229, 2002.
- [4] Ohtsuka, Y , H, Nakae , H . Ade , and T. Obinata, "Immunochemical studies of actin- binding protein in Ascidian Body Wall Smooth Muscle" *Zool. Sci.* 11, 409-412, 1994.
- [5] Lee, I.H.Y. Cho, and R . I. Lehrer, Styelins , "Broad-Spectrum Antimicrobial Peptide from the Solitary Tunicate, *Styela clava*". *Comp. Biochem.*

Physiol. 118B, 515-521, 1997.

김 영 준(Young-Jun Kim)

[정회원]



- 1992년 8월 : 충북대학교 화학공학과(공학박사)
- 1982년 3월 ~ 1993. 2월 : 해전대학 공업화학학과 교수
- 1993년 3월 ~ 현재 : 청운대학교 화장품과학과 교수

<관심분야>

기능성 고분자, 고분자합성, 기능성다당

조 석 형(Suk-Hyung Cho)

[정회원]



- 1994년 8월 : 충북대학교 화학공학과(공학박사)
- 1995년 9월 ~ 현재 : 해전대학 의료재료과 교수

<관심분야>

기능성 고분자, 기능성 다당, 식품첨가제