

## 툃과 모자반 fucoidan의 화학적 특성

구재근 · 조길석 · 도정룡 · 박진희\* · 양차범\*  
한국식품개발연구원 · \*한양대학교 식품영양학과

### Chemical Properties of Fucoidans from *Hizikia fusiformis* and *Sargassum fulvellum*

Jae-Geun KOO, Kil-Suk JO, Jeong-Ryong DO, Jin-Hee PARK\*, Cha-Bum YANG\*

Korea Food Research Institute, 46-1 Baekhyun Bundang, Kyunggi-Do 463-420, Korea

\*Department of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

Fucoidans were isolated from *Hizikia fusiformis* and *Sargassum fulvellum* and characterized on their chemical properties. Crude fucoidans were extracted at 65°C for 1hr with acid solution of pH 2.0, and cetylpyridinium chloride was used for partial purification. The yields of partially purified fucoidans were 2.51% for *H. fusiformis*, and 1.56% for *S. fulvellum*, respectively. The partially purified fucoidans were separated into 3 fractions by DEAE-Sephadex A-25 ion exchange column chromatography and the major fractions were refractionated with fractional precipitation with ethanol. 60~70% ethanol precipitated fraction(P-70) of *H. fusiformis* and 60~65% ethanol precipitated fraction(P-65) of *S. fulvellum* turned out to be homogeneous by cellulose acetate electrophoresis and gel filtration chromatography. The molar ratios of fucose, galactose, and sulfate in the purified fucoidans were 1 : 0.66 : 2.74 for *H. fusiformis* and 1 : 0.24 : 1.46 for *S. fulvellum*. The averaged molecular weights of the purified fucoidans from *H. fusiformis* and *S. fulvellum* were 26,000 and 105,000, respectively.

**Key words :** fucoidans, *Sargassum fulvellum*, *Hizikia fusiformis*, chemical properties, purification

## 서 론

Fucoidan은 세포내 골지체에서 합성되어 모든 갈조류의 세포간 물질로 존재하며, 일부는 세포벽 구성 물질로 존재한다. 또한 *Laminaria digitata*, *Ascophyllum nodosum*, *Macrocystis pyrifera*의 엽상체 표면의 삼출액(exudate)에도 함유되어 있다 (Evans, 1974; Painter, 1983). Fucoidan의 조성은 갈조류의 종류 뿐 아니라 추출, 정제 방법에 따라 달라진다. 즉, Larsen et al. (1966, 1970)은 ascophyllum에 관한 일련의 연구를 통해 fucoidan은 갈조류의 생체내에서 알긴산 및 단백질과 결합되어 존재하고 추출 및 정제 방법의 차이에 따라 fucoidan의 조성이 달라질 수 있다고 하였으며, 또한 fucoidan의 생리 활성도 조성 및 분자량에 따라 달라진다고 보고하였다 (Nishino et al., 1989, 1991).

본 연구에서는 국내 연안산 주요 갈조인 미역과 다시마의 fucoidan의 추출, 정제에 관한 전보 (Koo et al., 1995)에 이어 퓃과 모자반으로 부터 fucoidan을 추출, 정제하여 화학적 특성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 재 료

실험에 사용한 국내 연안산 퓃 (*Hizikia fusiformis*) 및 모자반 (*Sargassum fulvellum*)은 1993년 2월 22일 부산공동어시장에서 각각 생시료를 구입하여 건조하여 두고 실험에 사용하였다.

### 2. 방 법

Fucoidan의 추출 및 정제: 건조된 톳과 모자반을 전보 (Koo et al., 1995)에 따라 추출, 정제하였다.

구성성분 분석: 수분은 105°C 상압건조법, 조지방은 Soxhlet 분석법, 조단백질은 Kjeldahl 정량법, 회분은 550°C 건식회화법에 따라 분석하였다. 황산기의 함량은 Dodgson and Price (1962)의 방법에 따라 측정하였고, 우론산은 Knutson and Jeanes (1968)의 방법에 따라 분석하였다. 구성당 조성은 Blakeney et al. (1983)의 방법에 따라 Table 1의 조건으로, 그리고 우론산의 조성은 Lehrfeld (1987)의 방법에 따라 Table 2의 조건으로 각각 가스크로마토그래피 (Hewlett Packard GC Model 5890)로 분석하였다.

전기영동 및 젤 칼럼 크로마토그래피 분석: 전기영동은 전보 (Koo et al., 1995)와 같이 실시하였고, 또한 fucoidan의 분자량 측정을 위해서는 Sepharose CL-6B 칼럼(1.2×99 cm)을 사용하였으며, 당은 페놀-황산법으로 측정하였다. 분자량 측정용 표준시약은 blue dextran (type 2,000)과 dextran T-500 (5×10<sup>5</sup> m.w.), T-70 (7×10<sup>4</sup> m.w.), T-40 (4×10<sup>4</sup> m.w.), T-10 (1×10<sup>4</sup> m.w.)을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 부분정제 fucoidan의 조성

톳과 모자반에서 추출한 조fucoidan과 부분 정제 fucoidan의 수율은 Table 3과 같다. 조fucoidan의 수율은 톳 4.85%, 모자반 4.33%였고, 부분정제 fucoidan의 수율은 톳 2.51%, 모자반 1.56%였다. 국내 연안산 갈조류의 부분정제 fucoidan의 수율은 다시마가 2.71%,

미역포자엽이 6.65%로, 톳의 경우 다시마와 유사함을 알 수 있다 (Koo et al., 1995).

이미 보고된 정제 fucoidan의 수율은 열수 추출시 톳 2.95%, 모자반 2.57%였고, 산성 용액 (pH 2.0) 추출시에는 톳 4.0%, 모자반 0.3%였다 (Nishide et al., 1987; Fujikawa and Nakashima, 1975; Nishino et al., 1989). 본 실험의 결과가 기존의 보고에 비교하여 수율이 낮은 것은 시료의 서식장소, 채취시기, 추출방법 및 정제도에 따른 차이로 여겨진다.

부분정제 fucoidan의 구성성분은 Table 4와 같다. Fucoidan의 황산기의 함량은 톳 25.44%, 모자반 20.49%였으며, 우론산의 함량은 톳 12.27%, 모자반 17.84%였다. 부분정제 fucoidan의 조성에 관한 보고로는 산성용액 추출시 황산기와 우론산의 함량은 톳이 각각 22.7%, 22.4%였으며, 모자반은 17.0%, 21.3%였다 (Nishide et al., 1987; Nishino et al., 1987). 본 실험의 톳과 모자반 부분 정제 fucoidan의 경우 황산기 함량은 이들의 보고에 비해 높았으나 우론산의 함량은 낮았다. 이는 fucoidan이 갈조내에서 알긴산 및 단백질과 결합된 형태로 존재한다는 Larsen et al. (1966)의 보고에 미루어 볼 때 추출 방법에 따른 분해 정도의 차이로 인해 조성이 달라지는 것으로 여겨진다.

구성당의 조성비는 톳의 경우 fucose 74.68%, xylose 12.79%, galactose 11.29% 순이었으며 모자반은 fucose 64.29%, galactose 21.00%, xylose 13.08% 순이었다. 이 밖에 미량으로 glucose와 mannose가 함유되어 있었다.

톳과 모자반 부분정제 fucoidan을 DEAE-Sephadex A-25 칼럼으로 분획한 크로마토그램은 Fig. 1과 같다. 톳의 경우 획분 1 (Fr-1)은 1.0M NaCl에서, 획분 2

**Table 1. Operating conditions of gas-chromatography for alditol acetates**

Instrument	: Hewlett packard GC Model 5890
Column	: SP-2380(0.25 mm i.d.×30 m; film thickness: 0.2 μm)
Oven temp.	: 230°C (hold time, 10 min.), 2.5°C/min., 265°C
Carrier gas	: Helium, 11 psi
Make up gas	: Nitrogen(30 ml/min)
Detector	: Flame Ionization Detector
Injector temp.	: 265°C
Detector temp.	: 265°C

**Table 2. Operating conditions of gas chromatography for alduronic acids**

Instrument	: Hewlet packard GC Model 5890
Column	: SP-2380(0.25 mm i.d.×30 m; film thickness: 0.2 μm)
Oven temp.	: 265°C
Carrier gas	: Helium, 11 psi
Make up gas	: Nitrogen(30 ml/min)
Detector	: Flame Ionization Detector
Injector temp.	: 265°C
Detector temp.	: 265°C

**Table 3. Yields of crude fucoidans and partially purified fucoidans extracted from *H.fusififormis* and *S.fulvellum*<sup>1</sup>**

Sample	Crude fucoidan	(% on dry matters)	
		Crude fucoidan	Partially purified fucoidan
<i>H. fusiformis</i>	4.85		2.51
<i>S. fulvellum</i>	4.33		1.56

<sup>1</sup> Mean of triplicate experiments.

**Table 4. Chemical composition of partially purified fucoidans extracted from *H. fusiformis* and *S. fulvellum*<sup>1</sup>**

Sample	Uonic acids	Sulfate	Protein	Proportion of monosaccharides(%) <sup>2</sup>				
				Fuc	Gal	Glu	Man	Xyl
				<i>H. fusiformis</i>	12.27	25.44	5.47	74.68
<i>S. fulvellum</i>	17.84	20.49	1.79	64.29	21.00	0.70	0.93	13.08

Fuc, fucose; Gal, galactose; Glu, glucose; Man, mannose; Xyl, xylose.

<sup>1</sup> Mean of triplicate determinations.

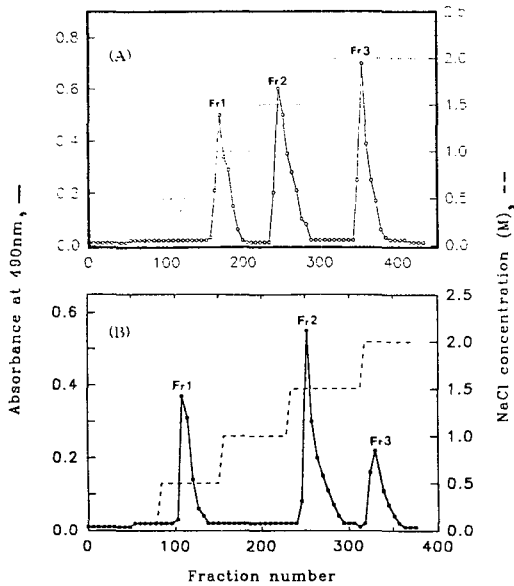
<sup>2</sup> Calculated from G.C. analysis.

(Fr-2)는 1.5 M NaCl, 획분 3 (Fr-3)은 2.0 M NaCl에서 각각 용출되었다. 각 획분중 fucoidan의 함량은 Fr-1이 40 mg, Fr-2가 85 mg, Fr-3이 60 mg으로 Fr-2가 주획분이었다. Dobashi et al. (1989)은 톳 부분정제 fucoidan을 Ecteola-cellulose (Cl form) 칼럼으로 분획한 결과 0.5 M, 0.7 M, 1.0 M, 2.0 M에서 각각 용출되었다고 보고 하였다. 이러한 차이는 사용한 수지 및 용출액의 농도 차이로 여겨진다. 모자반의 경우는 Fr-1은 0.5 M NaCl농도에서 용출되어 나왔고 Fr-2와 Fr-3은 1.5 M 및 2.0 M NaCl농도에서 각각 용출되었다. 각 획분 중 fucoidan의 함량은 Fr-1이 79 mg, Fr-2가 87 mg, Fr-3이 68 mg으로 Fr-2이 주획분이었다.

Mori and Nisizawa (1982)는 같은 모자반 속인 *S. ringgoldianum*으로 부터 추출한 fucoidan을 DEAE-

Sephadex A-25칼럼으로 분획한 결과, 0.5 M, 1.0 M, 2.0 M에서 각각 fucoidan이 용출되었다고 보고 하였다.

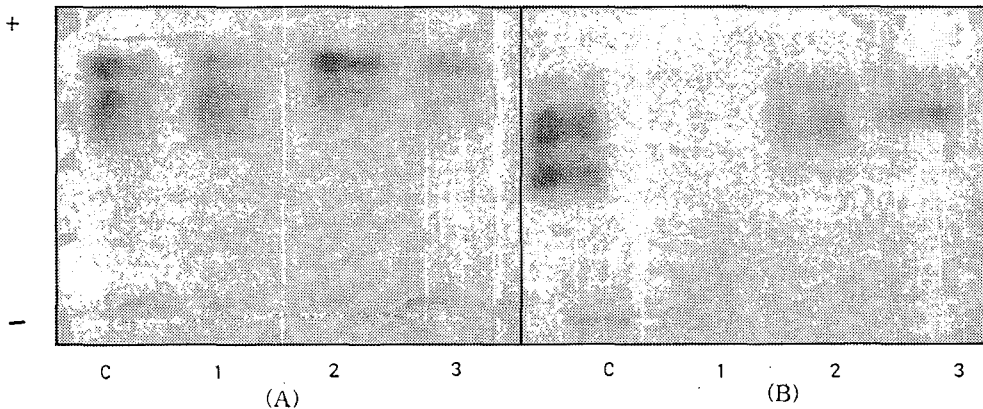
톳과 모자반의 이온 교환 크로마토 그래프 방법으로 분획한 각 획분의 화학적 조성은 Table 5와 같다. 톳의 경우 우론산의 함량은 Fr-1이 6.02%, Fr-2가 4.45%, Fr-3이 3.26%로 용출액의 염농도가 증가할 수록 감소하였고 황산기의 함량은 Fr-1이 18.91%, Fr-2가 21.54%, Fr-3이 26.59%로 용출액이 염농도가 증가할 수록 증가하였다. 따라서 조fucoidan을 이온 교환 크로마토그래프 방법으로 분획하므로써 황산기 함량이 높고, 우론산 함량이 낮은 획분, 황산기 함량이 낮고, 우론산 함량이 높은 획분 그리고 이들 중간 형태의 획분으로 분획으로 분획할 수 있었다. 이는 Koo et al. (1995)의 다시마 및 미역 포자엽의 결과와 동일하였



**Fig. 1.** Fractionation of partially purified fucoidans of *H. fusiformis* (A) and *S. fulvellum* (B) on DEAE-Sephadex A-25 column (12 mm×700 mm) chromatography. Elution condition: flow rate, 1.5 ml/min.; fraction volume, 10 ml.

다. 단백질 함량은 Fr-1이 4.05%, Fr-2가 1.25%, Fr-3이 1.35%로 Fr-2가 가장 낮았다. 구성 당당의 조성은 Fr-1의 경우 fucose가 33.87%, galactose가 46.90%로 galactose의 함량이 fucose보다 높았으나, Fr-2는 fucose가 73.86%, galactose가 17.69%로 fucose의 함량이

galactose보다 높았다. Fr-3도 fucose가 60.78%, galactose가 24.06%로 fucose의 함량이 galactose의 함량보다 높았다. Xylose는 Fr-1이 11.41%, Fr-2가 7.12%, Fr-3이 14.14%였으며, mannose는 Fr-1이 2.47%, Fr-2는 1.33%, Fr-3은 1.03%였다. Glucose는 Fr-1에서는 5.35%를 차지하였으나 Fr-2와 Fr-3에서는 검출되지 않았다. 이는 Dobashi et al. (1989)이 툯 fucoidan을 이온교환 크로마토 그래프 방법으로 2.0 M NaCl염 용액에서 얻은 획분의 구성당 조성이 fucose, galactose, xylose, mannose로 이루어진 galactofucan sulfate라는 보고와 일치하였다. 모자반의 경우도 툯의 경우와 동일하게 우론산의 함량은 Fr-1이 17.38%, Fr-2가 6.12%, Fr-3이 2.81%로 용출액의 염농도가 증가할 수록 감소하였고 황산기의 함량은 Fr-1이 10.47%, Fr-2가 19.38%, Fr-3이 23.92%로 용출액의 염농도가 증가할 수록 증가하였다. 구성당 조성은 fucose는 Fr-1이 62.20%, Fr-2가 68.21%, Fr-3이 54.77%로 Fr-2가 가장 많았으며 galactose는 Fr-1이 15.01%, Fr-2가 17.28%, Fr-3이 32.83%로 용출 속도가 늦을 수록 점차 증가하였다. 이는 모자반을 ion-exchange chromatography로 분획한 결과 용출 속도가 늦은 획분일수록 galactose의 함량이 증가한다는 기존의 보고와 일치한다 (Mori and Nisizawa 1982). Xylose는 Fr-2는 3.24%, Fr-3에서는 10.94%로 증가하였으며, mannose는 Fr-1에 11.36%, Fr-2에 12.35%, Fr-3에 0.61%가 함유되어 있었다. Glucose는 Fr-2와 Fr-3에 미량씩 함유되어 있었다.



**Fig. 2.** Cellulose-acetate electrophoregrams of the fractions separated from partially purified fucoidans of *H. fusiformis* (A) and *S. fulvellum* (B). C, partially purified fucoidan; 1, fraction 1(Fr-1); 2, fraction 2(Fr-2); 3, fraction 3(Fr-3) Conditions: buffer used, 0.3 M calcium acetate; current, 0.5 mA/cm; running time, 3hr.

**Table 5. Chemical composition of the fractions isolated from partially purified fucoidans of *H. fusiformis* and *S. fulvellum*<sup>1</sup>**

Sample	Fraction	Uronic acid	Sulfate	Protein	Proportion of monosaccharides(%) <sup>2</sup>				
					Fuc	Gal	Glu	Man	Xyl
<i>H. fusiformis</i>									
	Fr-1	6.02	18.91	4.05	33.87	46.90	5.35	2.47	11.41
	Fr-2	4.45	21.54	1.25	73.86	17.69	-	1.33	7.12
	Fr-3	3.26	26.59	1.35	60.78	24.06	-	1.03	14.14
<i>S. fulvellum</i>									
	Fr-1	17.38	10.47	2.11	62.20	15.01	0.80	11.36	5.63
	Fr-2	6.12	19.38	1.11	68.21	17.28	2.16	12.35	3.24
	Fr-3	2.81	23.92	1.00	54.77	32.83	0.85	0.61	10.94

Fuc, fucose; Gal, galactose; Glu, glucose; Man, mannose; Xyl, xylose.

<sup>1</sup> Mean of triplicate determinations.

<sup>2</sup> Calculated from G.C. analysis.

툃과 모자반의 fucoidan을 이온교환 크로마토그래프로 분획하여 얻은 각 획분의 균일성을 조사하기 위하여 cellulose acetate film을 이용하여 전기영동하였다 (Fig. 2).

툃 분획물의 전기영동 패턴은 Fr-1, Fr-2, Fr-3 모두 이동 거리가 가장 긴 주 band이외에 1개 이상의 band가 검출되었다. Fr-1은 부분정제된 fucoidan과 유사한 패턴으로 4개 이상의 band로 이루어져있다. Fr-2와 Fr-3은 비교적 정제가 되었으나 2개 이상의 band가 검출되었으며, 그 패턴도 서로 유사하였다. 따라서 이온 교환 크로마토그래프만으로는 툃 부분정제 fucoidan으로부터 균일한 획분을 얻을 수 없었다. Dobashi et al. (1989)은 이온 교환 크로마토그래프 방법으로 분획한 툃 획분을 zinc acetate 전개용액으로 전기영동을 한 결과 1.0M NaCl용액에서 용출된 획분은 3개의 획분으로 이루어져 있고, 2.0 M NaCl용액에서 용출된 획분은 2개의 band를 나타내어 균일한 획분을 얻을 수 없다고 하였다.

모자반의 전기영동 패턴은 Fr-1은 미역 포자엽과 마찬가지로 분산되어 뚜렷한 band가 검출되지 않았다 (Koo et al., 1995). Fr-2과 Fr-3은 주 band의 이동 거리가 앞의 툃에 비해 짧았다. Table 5에서 나타난 바와 같이 모자반 분획물의 황산기 함량이 툃에 비해 큰 차이가 없음에도 불구하고 이동 거리가 짧은 것은 분자량 및 분자구조의 차이 때문으로 여겨진다 (Anno,

1971). Fr-2는 부분 정제 fucoidan과 대체로 유사한 패턴을 나타내었으나, 부분 정제 fucoidan의 이동 거리가 가장 짧은 band는 거의 소실되었다. Fr-3은 Fr-2와 주 band는 유사하였으나 Fr-2의 이동 거리가 짧은 band는 나타나지 않았다. Mori and Nisizawa (1982)는 이온 교환 크로마토그래프 방법으로 분획한 *S. ringgoldianum* 획분이 전기영동상에서 단일 band를 나타낸다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 전기영동상에서 단일 band를 나타내는 획분을 얻을 수 없었다. Mori and Nisizawa (1982)의 경우는 0.05 N HCl 용액으로 실온에서 fucoidan을 추출하였고 또한 전기 영동 조건 (0.2 M Ca-acetate, 1.0 mA/cm)이 본 실험의 조건과 다른 것으로 미루워 볼 때 시료 추출방법의 차이에 따른 fucoidan의 분자량 및 분자 조성 차이 또는 전기영동의 방법 차이에 의한 것으로 생각된다.

## 2. 알콜분별침전법에 의한 fucoidan의 정제와 성질

앞에서 나타낸 것처럼 이온교환 크로마토그래프 방법 만으로는 툃과 모자반 모두 균일한 fucoidan 획분을 얻을 수는 없었다. 따라서 DEAE-Sephadex A-25칼럼을 통해 분획한 획분중 회수량 및 정제도를 고려하여 툃과 모자반의 Fr-2를 알콜 분별침전법으로 재분획하여 균일성을 확인하기 위하여 전기영동을 실시하였다 (Fig. 3).

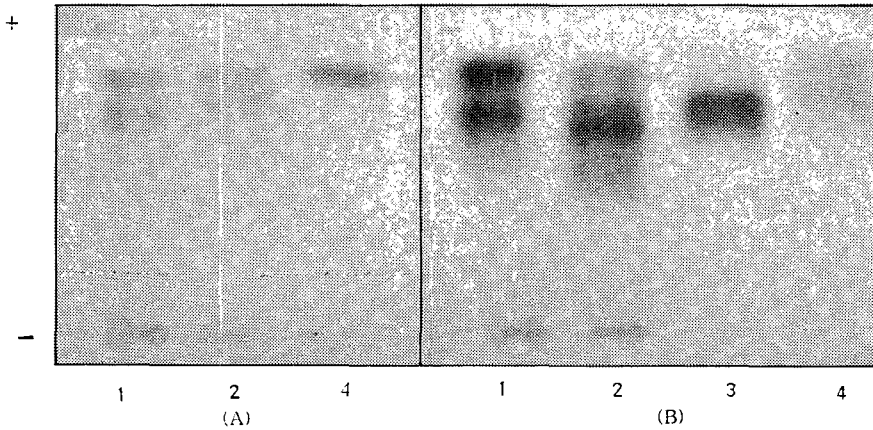


Fig. 3. Cellulose acetate electrophoregrams of the fractions obtained by ethanol precipitation of *H. fusiformis* Fr-2 (A) and *S. fulvellum* Fr-2 (B).

- 1, P-50(fraction obtained by 40~50% ethanol precipitation)
  - 2, P-60(fraction obtained by 50~60% ethanol precipitation)
  - 3, P-65(fraction obtained by 60~65% ethanol precipitation)
  - 4, P-70(fraction obtained by 60~70% ethanol precipitation)
- Conditions: refer to the footnote of Fig. 2

툇의 경우 P-50과 P-60이 거의 유사한 패턴으로 2개의 band가 검출되었으나 P-70은 단일 band만 검출되어 전기영동상 균일하였다.

모자반의 경우는 P-50과 P-60이 각각 2개 및 3개 이상의 band가 검출되었으며 P-70도 전기 영동상 이동거리가 긴 2개의 band가 검출되었다. 즉, 단일 band를 얻을 수 없어 P-60과 P-70사이를 세분한 결과 P-65에서 단일 band를 얻을 수 있었다. 그러나 툇에 비해 band의 폭이 넓었다.

툇 P-70과 모자반 P-65의 젤 여과 크로마토그램은 Fig. 4와 같다. 툇 및 모자반 모두 단일 피크를 나타내었으며 대체로 대칭성을 나타내었다. 분자량은 툇은 26,000, 모자반은 105,000이었다.

알콜분별 침전법으로 정제한 툇과 모자반의 fucoidan의 조성은 Table 6과 같다. Fucoidan의 주요특성인 황산기의 함량은 툇이 23.93%, 모자반이 26.23%으로 ion-exchange chromatography에 비해 그 함량이 높았다. 이는 ion-exchange chromatography로 분획한 fu-

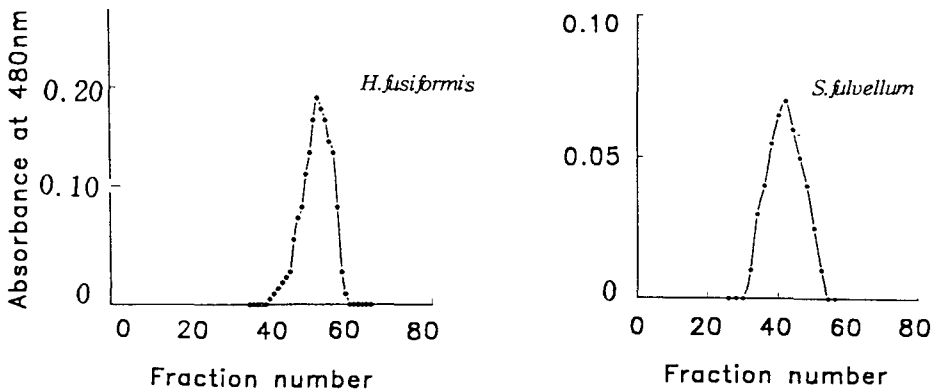


Fig. 4. Gel-filtration chromatograms of purified fucoidans on Sepharose CL-6B column (1.2×99 cm) chromatography.

Elution conditions: flow rate, 4.4 ml/hr; fraction volume, 2.2 ml

**Table 6. Chemical composition of the purified fucoidans prepared by DEAE-sephadex A-25 ion-exchange chromatography and alcohol precipitation<sup>1</sup>**

Species	Glucuronic acid <sup>2</sup>	Sulfate	Protein	Proportion of monosacchrides(%) <sup>3</sup>				
				Fuc	Gal	Glu	Man	Xyl
<i>H. fusiformis</i>	2.24	23.93	0.62	52.73	38.11	tr	5.13	4.36
<i>S. fulvellum</i>	1.67	26.23	0.78	74.07	19.84	0.55	4.58	0.93

(% on dry matters)

Fuc, fucose; Gal, galactose; Glu, glucose; Man, mannose; Xyl, xylose

<sup>1</sup> Mean of triplicate determinations

<sup>2</sup> Determined by GC

<sup>3</sup> Calculated from G.C. analysis

tr; trace

coidan이 정제됨에 따라 상대적으로 황산기의 함량이 증가되기 때문에 여겨진다. 우론산의 함량은 퇃이 2.24%, 모자반이 1.67%였다. 또한 단백질 함량도 퇃이 0.62%, 모자반이 0.78%로 정제도가 높아짐에 따라 상대적으로 함량이 감소하였다. 구성당의 조성은 퇃, 모자반 모두 fucose가 각각 52.73%, 74.07%로 가장 많이 함유되어 있었다. 그의 구성당으로 galactose, glucose, mannose, xylose가 검출되었다. 퇃, 모자반 정제 fucoidan의 fucose와 galactose의 mole비는 각각 1 : 0.66, 1 : 0.24이다. 또한 전체당 (우론산포함)에 대한 황산기의 mole비는 퇃이 1 : 1.5, 모자반이 1 : 1.1로 퇃은 2 mole의 당에 3 mole의 황산기가 결합되어 있고, 모자반은 1 mole의 당에 1 mole의 황산기가 결합되어 있는 것으로 추정된다. Dobashi et al. (1989)은 퇃 정제 fucoidan의 전체당에 대한 황산기의 mole비가 획분에 따라 1 : 0.6과 1 : 1.6이라고 하였고 Nishino et al. (1989)은 *E. kurome*의 정제 fucoidan의 mole비는 1 : 1.5, 1 : 1.7로 획분에 따라 달라진다고 하였다.

## 요 약

툇과 모자반으로 부터 fucoidan을 추출, 정제하여 그 성질을 분석, 검토하였다.

Fucoidan의 추출 조건은 pH 2.0의 산성 추출액으로 65°C에서 1시간 씩 3회 추출을 하고 cethylpyridinium chloride를 사용하여 부분 정제하였다. 부분 정제 fucoidan의 수율은 퇃 2.51%, 모자반 1.56%였다. DEAE-Sephadex A-25 이온 교환 칼럼으로 부분 정제 fucoidan을 분획한 결과 퇃, 모자반 모두 3종의 획분으로

분획되었고, 각 획분은 전기 영동상에서 2종 이상의 band가 검출되어 불균일함을 알 수 있었다. 분획한 주획분을 다시 알콜 분별 침전법으로 재분획한 결과 퇃은 에탄올농도 60~70%에서 침전된 획분 (P-70)이, 모자반은 에탄올농도 60~65%에서 침전된 획분 (P-65)이 cellulose acetate 전기 영동 및 젤 여과 크로마토그래프상에서 각각 균일성을 나타내었다.

균일하게 정제된 퇃과 모자반 fucoidan의 fucose : galactose : 황산기의 mole 조성비는 각각 1 : 0.66 : 2.74와 1 : 0.24 : 1.46였으며, 분자량은 퇃은 26,000, 모자반은 105,000이었다.

## 참 고 문 헌

- Anno, K., H. Terahata, Y. Hayashi and N. Seno. 1966. Isolation and purification of fucoidan from brown seaweed, *Pelvetia wrightii*. Agr. Biol. Chem., 30, 495.
- Blakeney, A. B., P. J. Harris, R. J. Henry and B. A. Stone. 1983. A simple and rapid preparation of alditol acetates for monosaccharide analysis. Carbohydr. Res., 113, 291.
- Dobashi, K., T. Nishino, M. Fujihara and T. Nagumo. 1989. Isolation and preliminary characterization of fucose-containing sulfated polysaccharides with blood-anticoagulant activity from the brown seaweed, *Hizikia fusiforme*. Carbohydr. Res., 194, 315.
- Dogson, K. S. and R. G. Price. 1962. A note on

- the determination of the ester sulphate content of sulphated polysaccharides. *Biochem. J.*, 84, 106.
- Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28, 350.
- Evans, L. V. 1974. Cytoplasmic organelles in algal physiology and biochemistry. Ed Stewart, W. D. P., Blackwell Scientific Publications Ltd, Oxford, pp. 103~113.
- Fujikawa, T. and K. Nakashima. 1975. Occurrence of fucoidan analogues in brown seaweed. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 49, 455.
- Knutson, C. A. and A. Jeanes. 1968. A new modification of the carbazole analysis. *Anal. Biochem.*, 24, 470.
- Koo, J. G., K. S. Jo, J. R. Do and S. J. Woo. 1995. Isolation and purification of fucoidans from *Laminaria religiosa* and *Undaria pinnatifida* in Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 28, 227.
- Larsen, B., A. Haug and T.J. Painter. 1966. Sulphated polysaccharides in brown algae 1. Isolation and preliminary characterisation of three sulphated polysaccharides from *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. *Acta chemica. scandinavica*, 20, 219.
- Larsen, B., A. Haug and T.J. Painter. 1970. Sulphated polysaccharides in brown algae 3. The native state of fucoidan in *Ascophyllum nodosum* Isolation and *Fucus vesiculosus*. *Acta chemica. scandinavica*, 24, 3339.
- Lehrfeld, J. 1987. Simultaneous gas-liquid chromatographic determination of aldoses and alduronic acids. *J. Chromatogr.*, 408, 245.
- Mori, H., and K. Nisizawa. 1982. Sugar constituents of sulfated polysaccharides from fronds of *Sargassum ringgoldianum*. *Nippon Suisan Gakkai-shi*, 48, 981.
- Nishide, E., H. Anzai and N. Uchida. 1987. A comparative investigation on the contents of fucose-containing polysaccharides from various Japanese brown algae. *Nippon Suisan Gakkai-shi*, 53, 1083.
- Nishino, T. and T. Nagumo. 1987. Sugar constituents and blood-anti coagulant activities of fucose-containing sulfated polysaccharides in nine brown seaweed species. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 61, 361.
- Nishino, T., G. Yokoyama, K. Dobashi, M. Fujihara and T. Nagumo. 1989. Isolation, purification, and characterization of fucose-containing sulfated polysaccharides from the brown seaweed, *Ecklonia kurome* and their blood-anticoagulant activities. *Carbohydr. Res.*, 186, 119.
- Nishino, T., Aizu, Y. and T. Nagumo. 1991. The relation between the molecular weight and the anticoagulant activity of fucan sulfates from the brown seaweed, *Ecklonia kurome*. *Agric. Biol. Chem.*, 55, 791.
- Painter, T. J. 1983. Algal polysaccharides. In *The polysaccharides*. ed. Aspinall, G. O., Academic Press Inc., New York, pp 196~202.

---

1995년 6월 20일 접수

1995년 9월 2일 수리