

## 다시마로부터 고분자량알긴산나트륨의 추출에 미치는 몇가지 인자들의 영향

김금혁, 윤학봉

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리의 과학연구사업은 자립적민족경제의 위력을 충분히 발휘하도록 하는데 이바지하는 과학연구사업으로 되여야 하며 과학연구성과들은 현실에 제때에 도입되여야 합니다.》

알긴산나트륨은 의학이나 식료공업을 비롯한 여러 분야에서 점도강화제, 겔화제, 응고제, 교잡재료 등으로 광범히 리용되고있는데 공업적으로나 과학연구적인 측면에서 알긴산나트륨의 가장 중요한 성질은 그것의 수용액이 나타내는 우수한 점성이다. 이로부터 알긴산나트륨의 점도는 그것을 특징짓는 중요한 지표로 되는데 적은 량으로 점성이 보다 센 수용액을 만든다든가, 겔화능력을 높이기 위하여서는 알긴산나트륨의 분자량이 커야 한다.

알긴산나트륨은 *Laminaria*속을 위주로 하는 갈조류와 *Azotobacter vinelandii*나 *Pseudomonas*속의 일부 세균에 의해서 생성되는데 공업적으로는 대체로 갈조류에서 생산되고있다.[5, 8] 일반적으로 갈조류에서 고분자량알긴산나트륨을 생산하기 위해서는 전처리, 추출 등의 공정들을 될수록 온화한 조건에서 진행해야 하는것으로 알려져있[1, 2, 8]지만 연구자들마다 적용한 조건과 분자량결정방법이 각이하고 분자량도 크지 못하다.

점도측정에 의한 평균분자량결정방법[5-7]이 널리 리용되고있는데 이 방법은 다른 분석방법들에 비하여 설비와 조작이 간단하고 신속성과 재현성이 좋은 우점이 있다.

우리는 품질공학적수법을 리용하여 다시마에서 고분자량알긴산나트륨을 얻기 위한 추출조건을 밝혔으며 그것의 분자량을 점도측정법으로 결정하고 전통적인 생산방법에 따른 경우와 비교하였다.

### 재료 및 방법

재료로는 강령군 부포바다가양식사업소에서 양식한 다시마(*Laminaria japonica*)를 수도물로 채빨리 씻어 모래와 감탕을 비롯한 불순물을 없애고 5~10mm 크기로 자른것을 리용하였다.

산처리 및 알카리추출공정에서 염산 및 탄산나트륨용액농도, 온도, 시간을 표 1과 같이 정하고 기타 정제공정은 선행방법[4]에 준하였다.(순도 98%이상)

모세관점도계(모세관 직경 1.27mm, 용적 3.1mL)를 리용하여 각이한 추출조건에 따라 얻어지는 알긴산나트륨의 상대점도를 측정하고 상대점도에 미치는 인자들의 기여률을 계산하였다.[3]

알긴산나트륨의 분자량은 Mark-Houwink방정식[5, 6]을 리용하여 결정하였다.

$$[\eta] = KM_w^\alpha$$

여기서  $[\eta]$ 는 고유점도,  $K$ 와  $\alpha$ 는 주어진 고분자-용매계에 대한 상수들로서 각각  $K=1.228 \times 10^{-4}$ ,  $\alpha=0.9$ ,  $M_w$ 는 평균분자량이다.

알긴산나트륨의 고유점도는 알긴산나트륨용액(0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9%(w/v))들의 상대점도와 특이점도, 환산점도를 구하고 용액의 농도에 따르는 환산점도 변화를 나타내는 그래프에서 y축과 사귀는 점의 값으로 하였다.

상대점도( $\eta_r$ )와 특이점도( $\eta_{sp}$ ), 환산점도( $\eta_{red}$ )는 다음의 식으로 구하였다.

$$\eta_r = \eta_a / \eta_0$$

$$\eta_{\text{sp}} = \eta_{\text{r}} - 1$$

$$\eta_{\text{red}} = \eta_{\text{sp}} / C$$

여기서  $\eta_a$ 는 알긴산나트륨용액의 절대점도,  $\eta_0$ 은 용매(증류수)의 절대점도,  $C$ 는 알긴산나트륨용액의 농도이다.

## 결과 및 논의

1) 점도가 높은 알긴산나트륨의  
추출조건

선행연구[1, 2, 4, 8]들에서 진행한  
단인자실험결과들에 기초하여 우리는  
산처리와 알카리추출단계에서 인자와  
수준을 표 1과 같이 정하였다.

$L_{18}(2^1 \times 3^7)$  직교표에 따르는 상대점도와 거둢률은 표 2와 같다.

표 1. 산처리와 알카리추출단계에서 인자와 수준

| 인자                          | 기 호 | 수 준  |      |      |
|-----------------------------|-----|------|------|------|
|                             |     | 1    | 2    | 3    |
| 추출용매량(v/m)                  | A   | 10   | 20   |      |
| 탄산나트륨용액 농도/%                | B   | 1    | 2    | 3    |
| 알카리추출온도/°C                  | C   | 25±2 | 35±2 | 50±2 |
| 알카리추출시간/h                   | D   | 1    | 2    | 3    |
| 산처리pH                       | E   | 1    | 2    | 3    |
| 산처리시간/h                     | F   | 1    | 2    | 3    |
| 산처리온도/°C                    | G   | 25±2 | 50±2 | 25±2 |
| 교반속도/(r·min <sup>-1</sup> ) | H   | 10   | 20   | 30   |

표 2.  $L_{18}(2^1 \times 3^7)$  직교표에 따르는 상대점도와 거동률

| No. | 상대점도 |      | SN비/dB | 거동률/% |      | SN비/dB |  | No. | 상대점도 |      | SN비/dB | 거동률/% |      | SN비/dB |
|-----|------|------|--------|-------|------|--------|--|-----|------|------|--------|-------|------|--------|
|     | 1    | 2    |        | 1     | 2    |        |  |     | 1    | 2    |        | 1     | 2    |        |
| 1   | 21.8 | 22.1 | 6.83   | 11.9  | 12.2 | 1.62   |  | 10  | 20.5 | 20.3 | 6.19   | 15.9  | 15.4 | 3.89   |
| 2   | 17.6 | 17.2 | 4.81   | 14.3  | 14.5 | 3.17   |  | 11  | 17.2 | 16.8 | 4.61   | 9.8   | 10.1 | -0.05  |
| 3   | 18.4 | 17.8 | 5.15   | 14.1  | 13.7 | 2.86   |  | 12  | 17.1 | 17.4 | 4.73   | 16.7  | 16.9 | 4.51   |
| 4   | 20.4 | 21.1 | 6.34   | 13.2  | 12.7 | 2.24   |  | 13  | 23.1 | 22.5 | 7.16   | 16.9  | 17.2 | 4.63   |
| 5   | 17.8 | 18.2 | 5.10   | 13.8  | 13.4 | 2.67   |  | 14  | 14.1 | 13.6 | 2.82   | 13.7  | 13.5 | 2.67   |
| 6   | 14.3 | 13.2 | 2.75   | 14.9  | 15.2 | 3.55   |  | 15  | 14.8 | 13.9 | 3.12   | 10.4  | 10.2 | 0.26   |
| 7   | 13.6 | 13.5 | 2.64   | 10.5  | 10.2 | 0.30   |  | 16  | 16.2 | 17.3 | 4.47   | 13.8  | 12.9 | 2.49   |
| 8   | 15.2 | 14.6 | 3.46   | 16.5  | 16.7 | 4.40   |  | 17  | 17.3 | 18.2 | 4.98   | 13.9  | 14.2 | 2.95   |
| 9   | 15.4 | 14.1 | 3.35   | 13.9  | 14.2 | 2.95   |  | 18  | 13.3 | 13.7 | 2.60   | 14.4  | 13.7 | 2.95   |

SN비는 망대특성값을 가평균하여 리용하였다.

알긴산나트륨의 상대점도와 거동률에 대한 인자들의 수준별합계표는 표 3, 4와 같다.

표 3. 알기산나트륨의 상대점도에 대한 인자들의 수준별합계표(보조표)

[illegible]

표 4. 알긴산나트륨의 거동률에 대한 인자들의 수준별합계표(보조표)

|   | A     | B     | C     | D     | E     | F     | G     | H     |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 23.75 | 15.99 | 15.17 | 9.97  | 11.03 | 21.66 | 16.91 | 15.78 |
| 2 | 24.30 | 16.02 | 15.81 | 18.22 | 17.07 | 17.86 | 14.11 | 16.75 |
| 3 | —     | 16.04 | 17.07 | 19.86 | 19.95 | 8.53  | 17.03 | 15.52 |
| 계 | 48.05 | 48.05 | 48.05 | 48.05 | 48.05 | 48.05 | 48.05 | 48.05 |

알긴산나트륨의 상대점도와 거동률에 대한 인자들의 수준별합계를 계산한데 기초하여 기여률을 구한 결과는 표 5와 같다.

표 5. 알긴산나트륨의 상대점도와 거동률에 대한 인자들의 기여률

| 인자   | A | B     | C     | D     | E     | F     | G | H |
|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|
| 상대점도 | — | 22.77 | 29.31 | —     | 17.46 | —     | — | — |
| 거동률  | — | —     | —     | 27.31 | 19.90 | 45.00 | — | — |

알긴산나트륨의 상대점도와 거동률에 대한 최적조건들로부터 추정된 점도가 높은 알긴산나트륨의 합리적인 추출조건은  $A_2B_1C_1D_2E_3F_1G_1H_1$ 이라는것을 알수 있다. 추정된 알긴산나트륨의 합리적인 추출조건에 대한 믿음성을 검토하기 위하여 확인실험을 3번 진행한 결과 믿음확률 95%로서 표 2의 결과값들보다 모두 높았다. 이로부터 점도가 높은 알긴산나트륨을 제조하기 위하여서는 염산용액을 리용하여 pH 3, 25℃에서 1h동안 산처리를 진행한 다음 알카리추출단계에서 20배(v/m)의 1% 탄산나트륨용액으로 10r/min의 속도로 교반하면서 25℃에서 2h동안 추출하는것이 합리적이라는것을 알수 있다.

## 2) 평균분자량결정

우에서 선택된 추출조건에 따라 얻어진 알긴산나트륨의 농도에 따르는 용액의 상대점도, 특이점도, 환산점도값은 표 6과 같다.

표 6으로부터 알긴산나트륨용액의 농도와 환산점도사이의 관계를 보면 그림과 같다.

표 6. 알긴산나트륨용액의 농도에 따르는 점도변화

| 알긴산나트륨<br>용액농도/% | 상대점도  | 특이점도  | 환산점도<br>/(mL·mg <sup>-1</sup> ) |
|------------------|-------|-------|---------------------------------|
| 0.2              | 3.15  | 2.15  | 10.75                           |
| 0.3              | 5.17  | 4.17  | 13.90                           |
| 0.4              | 6.66  | 5.66  | 14.15                           |
| 0.5              | 9.93  | 8.93  | 17.86                           |
| 0.6              | 11.16 | 10.16 | 16.93                           |
| 0.7              | 14.19 | 13.19 | 18.84                           |
| 0.8              | 17.67 | 16.67 | 20.84                           |
| 0.9              | 24.51 | 23.51 | 26.12                           |

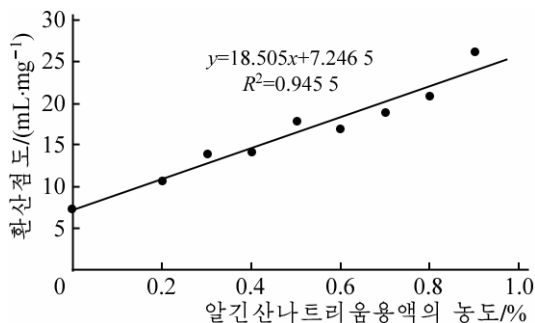


그림. 알긴산나트륨용액의 농도에 따르는 환산점도변화

그림에서 보는바와 같이 알긴산나트륨용액의 고유점도  $[\eta]$ 는 7.246 5이며 이로부터 계산된 알긴산나트륨의 평균분자량은 200kD로서 전통적인 알긴산나트륨생산방법[4]에 비하여 매우 높았다.(표 7)

표 7. 전통적인 알긴산나트륨생산방법과의 추출조건 및 평균분자량비교

| 추출단계     | 추출조건                                    | 연구된 방법 | 전통적인 방법          | 추출단계     | 추출조건                        | 연구된 방법 | 전통적인 방법 |
|----------|---|--------|------------------|----------|-----------------------------|--------|---------|
| 산처리 단계   | pH                                      | 3      | 1                | 알카리 추출단계 | 온도/°C                       | 25     | 100     |
|          | 온도/°C                                   | 25     | 50~60            |          | 시간/h                        | 2      | 1.5     |
|          | 시간/h                                    | 1      | 1~2              |          | 교반속도/(r·min <sup>-1</sup> ) | 10     | —       |
| 알카리 추출단계 | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 용액 농도/% | 1      | 12               |          | 평균분자량/kD                    | 200    | 60      |
|          | 용매량(v/m)/배                              | 20     | 10(추출후 45배의 물첨가) |          | 거둠률/%                       | 18±1   | 23±1    |

## 맺는 말

산처리조건은 pH 3, 추출온도 (25±2)°C, 추출시간 1h이며 알카리추출조건은 탄산나트륨용액의 농도 1%, 추출온도 (25±2)°C, 추출시간 2h, 추출용매량 20배(v/m), 교반속도 10r/min이다. 위의 조건에서 제조한 알긴산나트륨의 평균분자량은 200kD였다.

## 참고 문헌

- [1] 김길선; 조선약학, 3, 14, 1986.
- [2] 김성남; 조선약학, 4, 23, 주체93(2004).
- [3] 리필주; 품질공학과 그 리용, 중앙과학기술통보사, 5~24, 주체93(2004).
- [4] 신정석; 다시마가공, 공업출판사, 20~30, 1993.
- [5] Husam Sabah Auhim et al.; International Journal of Advances in Pharmacy, Biology and Chemistry, 2, 3, 507, 2013.
- [6] Martin Alberto Masuelli et al.; International Journal of Biomaterials Science and Engineering, 1, 1, 1, 2014.
- [7] M. Mancini et al.; Journal of Food Engineering, 28, 283, 1996.
- [8] Swee-Yong Chee et al.; Journal of Applied Phycology, 23, 191, 2011.

주체107(2018)년 10월 5일 원고접수

## Effect of Some Factors on Extraction of Sodium Alginate(SA) with High Molecular Weight from *Laminaria japonica*

Kim Kum Hyok, Yun Hak Bong

This work illustrated the effect of some factors on extraction of SA with high molecular weight from *Laminaria japonica* using Taguchi method.

While *Laminaria* was extracted in 20 times volume(v/m) 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> solution for 4 h agitating in speed of 10 r/min, at (25±2)°C, after acid treatment in HCl solution of pH 3 for 1h, the obtained SA had a high viscosity. The average molecular weight of SA calculated by Mark-Houwink equation was 200kD.

Key words: sodium alginate, *Laminaria*, viscosity, molecular weight