

여러 가지 식품첨가제에 의한 Algin 용액의 유동 특성

김나미 · 박명한 · 전병선 · 박채규 · 양재원
한국인삼연초연구원

Solution Properties of Algin Affected by Various Food Additives

Na-Mi Kim, Myung-Han Park, Byeong-Seon Jeon,
Chae-Kyu Park and Jae-Won Yang

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejon 305-345, Korea

Abstract

In order to obtain data for use of algin in drink making process, solution properties of algin have been investigated at various condition of algin concentration, temperature, pH and various food additives. At same revolution velocity, viscosities of algin were increased as algin concentration raised. Algin solution showed dilatant type flow in concentration of 0.25% to 0.4%, but pseudoplastic type flow in above 0.5%. A maximum viscosity of algin was observed at pH 5.5 and its viscosities were also decreased as the temperature increased and heating at 80°C above. Organic acids affected on the viscosity of algin with pH dependently, and gel formed in pH below 3.0. Sweeteners have no effect to the viscosity of algin. However, addition of NaCl and KCl upto 1.0% decreased a little its viscosity and CaCl₂, MgCl₂ and FeCl₃ increased the viscosity of algin. Glutamic acid decreased the viscosity of algin.

Key words : algin, solution properties, organic acid, sweetner, mineral.

서 론

알긴산(alginic acid)은 해조류 중 미역, 다시마, 감태, 모자반 등과 같은 갈조류의 세포막의 주성분으로서 D-mannuronic acid와 L-guluronic acid가 β -1,4 또는 α -1,4 결합으로 이루어진 직선상의 hetero-polysaccharide이다¹⁾. 알긴(sodium alginate)은 알긴산의 용해성을 증가시키기 위하여 나트륨을 결합시킨 것으로서 수용액은 점성이 높으며 반응성이 강한 유리 카르복시기에 의하여 금속과의 이온교환작용, 소수성 물질과의 응집작용, Ca²⁺과의 겔 형성작용, 수화작용 등의 특성이 있어서 식품공업에서 증점제, 침전방지제, 유화안정제, 청징제, 거품안정제 등으로 광범위하게 이용되고 있다²⁾.

생리활성을 갖는 기능성 식품소재의 탐색에 관한 연구가 활발해지면서 알긴산이 위장의 acid reflex를 감소시키며 중금속의 체내흡수 억제작용, 콜레스테롤

저하작용과 정장작용³⁾이 있으며 비칼로리성 다당류로서 비만방지 등의 효능이 있는 것으로 조사되어⁴⁾ 건강보조식품의 소재로도 이용되고 있다. 또한 알긴산이나 그 가수분해물들은 식품의 저장성을 향상시키는 것으로 보고되어 있다^{5,6)}. 저자 등¹⁰⁾은 알긴의 첨가가 인삼액상제품에서 효모에 의한 발효를 억제하여 저장성을 증가시킨 것으로 보고하여 알긴을 식품보존료로 이용할 수 있는 가능성을 제시하였다.

그러나, 알긴은 수용액 상태에서 유리카르복시기의 반응성이 크기 때문에 용액의 pH나 온도, 내용성분의 종류와 농도 등에 따라서 점성이 달라지거나 겔을 형성하게 되므로,¹¹⁾ 알긴을 음료제품에 이용하기 위하여는 점성에 영향을 주는 요인을 알아내야 한다.

본 연구는 알긴을 액상제품에 이용하기 위해 수용액의 pH나 온도, 알긴의 농도변화에 의한 유동특성과 산미제, 감미제 및 기타 식품첨가물이 알긴의 점성에 미치는 영향을 분석한 결과이다.

Corresponding author : Na-Mi Kim

재료 및 방법

1. 실험재료

알긴은 유원화학제품(MH)을 사용하였다. 산미제, 감미제, 기타 첨가물은 식품첨가물 규격기준 동등 이상품을 사용하였다.

2. 실험방법

점도는 Brook field 점도계(Model DV-II+)와 No. 3 spindle로 실온에서 측정하였다. pH는 pH meter (Metrohm 691)를 사용하여 실온에서 측정하였다. 알긴의 용해시간은 300ml의 비이커에 100ml의 증류수를 담고 1g의 알긴을 끌고루 뿌려 넣은 다음 온도가 조정된 수조안에 넣고 homogenizer (OMNI Mixer ES)로 100rpm으로 회전시키면서 완전히 용해되는데 걸리는 시간으로 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 알긴 용액의 유동 특성

알긴의 농도에 따른 수용액의 점도변화는 Fig. 1과 같다. 회전속도에 관계없이 알긴의 농도가 증가할수록 용액의 점도는 증가하였다. 알긴 0.4% 농도까지는 회전속도가 증가할수록 점도가 증가하여 dilatant형 유체의 특성을 나타냈고 0.5% 이상의 농도에서는 회전속도가 증가할수록 점도가 낮아져 pseudoplastic형 유체의 특성을 나타내었다.

Fig. 2는 pH에 의한 알긴 용액의 점도를 조사하기 위하여 증류수의 pH를 HCl과 NaOH 로서 3.0~10.0으로 조정한 다음 각 pH용액에 알긴을 0.4% 농도로 첨가하여 점도를 측정된 결과이다. 회전속도 50rpm과 100rpm에서 모두 pH가 5.5일 때 점도가 가장 높았고 pH 5.0~6.5 범위에서는 점도의 변화가 높지 않았다. pH 4.5 이하에서는 pH 감소에 따라 점도가 감소되었고, pH 7.0 이상에서는 pH 변화에 따른 점도 변화가 없이 대체로 낮은 점도를 나타내었다. 일반적으로 청량음료의 pH는 3.0~5.5의 산성범위이며, 음료제품의 유형에 따라 pH를 적절히 변화시키면 알긴 첨가에 의한 점도증가를 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

Fig. 3은 온도변화에 의한 알긴 용액의 점도를 조사한 결과로서 온도가 높을수록 점도는 현저하게 감소되었다. 이는 양 등¹²⁾의 보고와 일치한다. 1g의 알긴을 100ml에 용해하기 위하여 20~100℃로 가열하

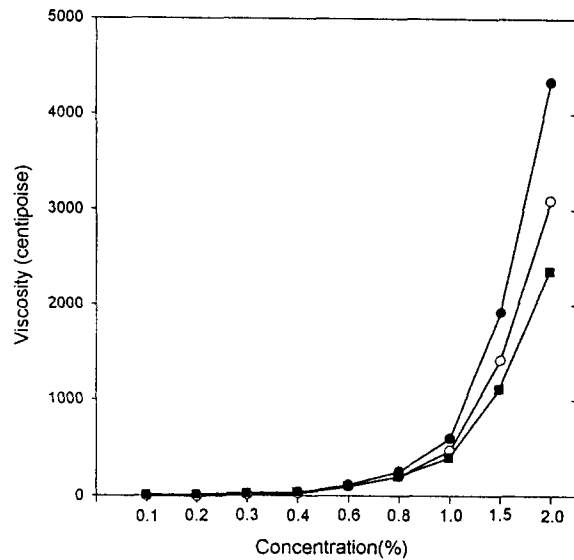


Fig. 1. Effects of algin concentration and revolution velocity on the viscosity of algin solution. —●— 20rpm, —○— 50rpm, —■— 100rpm.

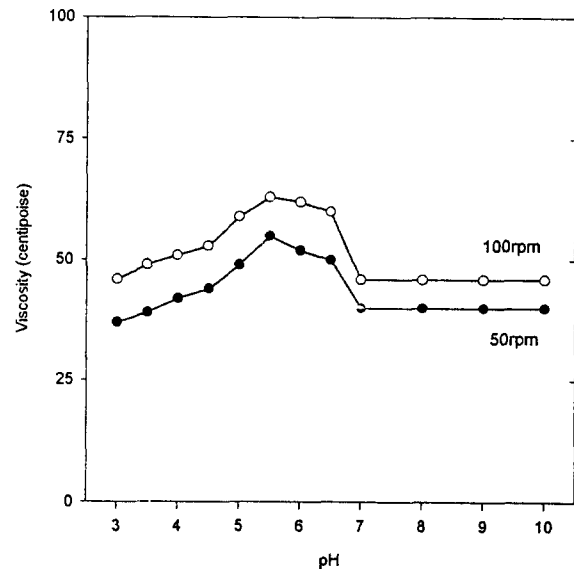


Fig. 2. Effects of pH and revolution velocity on the viscosity of algin solution(0.4%, w/v).

면서 100rpm으로 교반하였을 때 온도변화에 의한 용해시간과 가열 후의 점도변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 20℃에서는 용해되는데 57분의 시간이 소요되었으나 가온함에 따라 용해시간이 단축되어 40℃에서는 20분, 100℃에는 12분이 소요되었다. 가열온도 60℃까지는 점도의 변화가 없었으나 80℃와

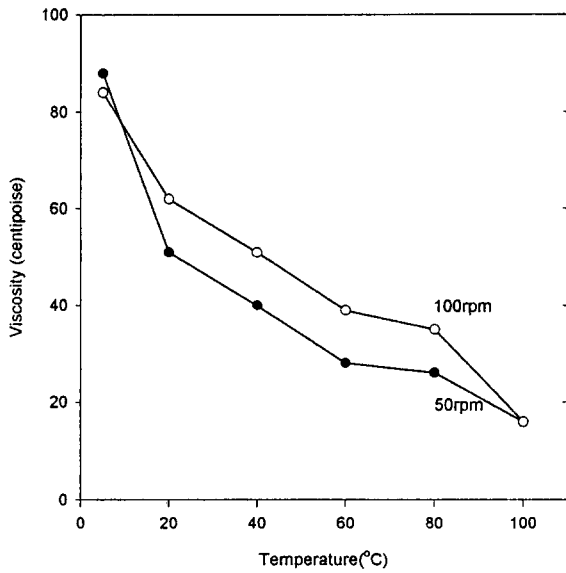


Fig. 3. Effects of temperature and revolution velocity on the viscosity of alginate solution(0.4%, w/v).

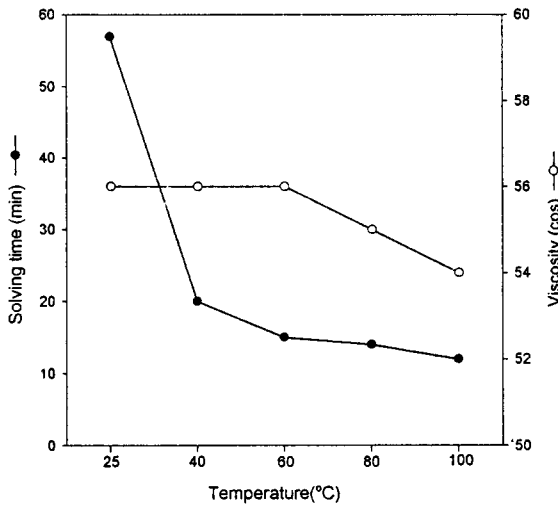


Fig. 4. Effects of temperature on the solvability and viscosity of alginate solution(0.4%, w/v).

100°C에서는 55, 54로 다소 감소되어서 알긴은 80°C 이상의 가열에 의하여 고분자의 직쇄가 일부 끊어져 중합도가 적어지므로서 점도가 저하되는 것으로 생각된다. 알긴은 분자량이 크기 때문에 용해하는데 시간이 걸린다.

2. 산미제의 첨가에 의한 점도 변화

음료제품을 산미제를 첨가하여 알긴용액의 점도를

측정한 결과는 Fig. 5와 같다. 구연산과 사과산은 0.5% 농도까지는 점도가 감소하다가 그 이상의 농도에서는 점차 증가하여 1.0% 농도에서는 rpf이 형성되었다. 주석산은 0.2% 농도까지 점도가 낮아지다가 0.5%에서 겔이 형성되면서 가장 높은 점도를 보인 후 그 이상의 농도에서 다시 낮아졌다. 호박산과 비타민 C는 농도 증가에 따라서 점도가 낮아졌다. 산을 1.0% 첨가한 경우 pH는 주석산, 구연산, 사과산, 호박산, 비타민 C의 순으로 pH가 낮은 것으로 나타났다. 이는 분자구조의 차이로 인하여 pH에 영향을 주는 H⁺의 이온화 항수가 다르기 때문¹³⁾으로 생각된다. 또한 1.0% 농도에서의 점도는 주석산, 구연산, 사과산, 호박산, 비타민 C의 순으로 컷고 산미제의 종류에 관계없이 pH 3.2~3.3 범위에서 점도가 가장 낮고, 3.0 이하의 pH에서 겔이 형성되어 점도가 높아지는 것은 산미제에 의한 알긴의 점도는 산미제 용액의 pH에 크게 좌우되기 때문으로 보인다. 따라서, 음료제품에 알긴을 사용할 때 점도를 낮추기 위하여는 산미제를 첨가하여 pH를 3.2~3.3으로 조정하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

3. 감미제에 의한 알긴 용액의 점도 변화

이들 감미제의 첨가에 의한 알긴 용액의 점도 변화

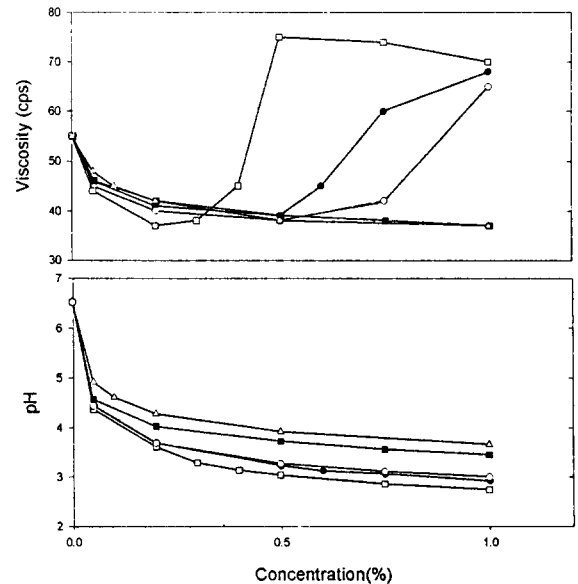


Fig. 5. Effects of organic acids on the viscosity and pH of alginate solution(0.4%, w/v). —●— citric acid, —○— malic acid, —■— succinic acid, —□— tartaric acid, —△— ascorbic acid.

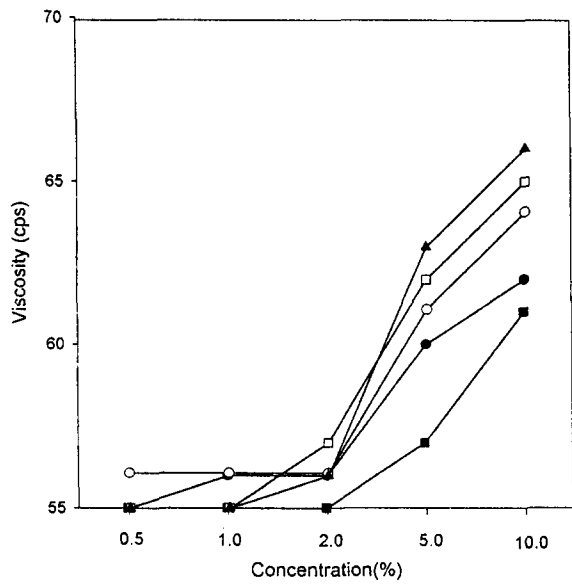


Fig. 6. Effects of sweeteners on the viscosity of algin solution(0.4%, w/v). -▲- Maltodextrin, -□- Mannitol, -○- Fructose, -●- Glucose, -■- Sucrose.

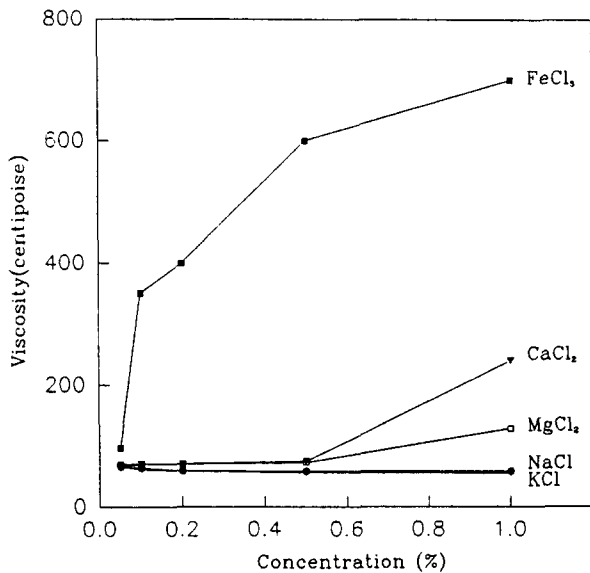


Fig. 7. Effects of addition of cations and its concentrations on the viscosity of algin solution (0.4%, w/v).

를 조사한 결과는 Fig. 6과 같다.

감미제의 농도가 증가됨에 따라 알긴 용액의 점도는 다소 증가하였으나 큰 변화는 없었으며 10% 농도의 경우에 점도는 maltodextrin과 mannitol이 당류에 비하여 다소 높게 나타났으나 큰 차이는 없었다.

각각의 감미제 10% 용액의 점도가 과당, 설탕, 포도당, mannitol과 maltodextrin이 각각인 것으로 보아 감미제를 첨가한 알긴 용액의 점도는 감미제와 알긴 간의 상호작용에 의한 것이 아니라 감미제 자체의 점도에 의한 것으로 생각된다.

4. 무기염류의 첨가에 의한 알긴 용액의 점도 변화

무기이온 첨가가 알긴 용액의 점도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 알긴 0.4% 용액에 NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂, FeCl₃를 각각 0.05~1.0%농도로 첨가하여 100rpm으로 회전하면서 점도를 측정된 결과는 Fig. 7과 같다. NaCl, KCl과 같은 1가 이온들은 농도가 높아질수록 알긴 용액의 점도를 저하시켰는데 이는 Na와 K이온이 알긴과 결합하여 용해성을 증가시키기 때문인 것으로 생각된다. CaCl₂와 MgCl₂와 같은 2가 이온들은 0.5% 농도까지는 알긴의 점도를 크게 변화시키지 않았으나 1.0% 첨가시에는 점도를 크게 증가시켰다. 3가 이온인 FeCl₃는 알긴의 점도에 커다란 영향을 주어 0.1% 첨가시에 350cps를 나타냈으며 약간의 겔이 형성되기 시작하였다. Ca²⁺, Mg²⁺, Fe³⁺ 등의 다가 이온들은 알긴과 이온결합에 의한 cross linking이 일어나며 이들 이온의 농도가 충분하면 겔이 형성되는 것으로 알려져 있다¹⁴⁾.

5. 아미노산의 첨가에 의한 알긴 용액의 점도 변화

아미노산은 식품에 영양강화제로 이용되고 있다¹³⁾. 아미노산에 의한 알긴의 점도변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다. Arginine, histidine, alanine, tryptophan 및 methionine과 같은 아미노산은 1% 첨가하였을 경우에 점도의 변화가 없었으며 이때 용액의 pH는 각각 10.5, 7.9, 4.2, 6.4, 6.7을 나타냈다. 산성 아미노산인 glutamic acid를 1.0% 첨가하였을 때에는 용액의 pH가 3.7이었으며 점도는 39로 낮아졌다. 그림 2와 같이 algin의 점도는 알칼리 용액

Table 1. Effect of amino acid on the viscosity of algin solution (0.4%, W/V)

| Amino acids | Concentration(%) | | | | | |
|---------------|------------------|------|-----|-----|-----|-----------|
| | 0 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 1.0 |
| Arginine | 54 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53(10.5) |
| Histidine | 54 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53(7.86) |
| Glutamic acid | 54 | 46 | 46 | 40 | 39 | 39(3.72) |
| Glycine | 54 | 56 | 56 | 56 | 56 | 58(6.20) |
| Alanine | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54(4.20) |
| Tryptophan | 54 | 53 | 53 | 53 | 52 | 52(6.40) |
| Methionine | 54 | 54 | 54 | 54 | 53 | 53(6.70) |

중에서 변화가 거의 없고 산성용액 중에서는 pH가 낮아짐에 따라 점도가 감소되므로 아미노산 첨가에 의한 algin 용액의 점도는 상호작용에 의한 것이라기 보다는 pH의 변화에 의한 것으로 보인다.

요 약

알긴을 액상제품에 이용하기 위하여 algin의 농도와 수용액의 pH, 온도 변화에 의한 algin의 유동특성과 산미제, 감미제, 기타 첨가물이 algin의 점성에 미치는 영향을 조사하였다. 알긴 용액은 회전속도가 동일할 때는 농도가 높을수록 점도가 증가하였고 0.4% 농도까지는 dilatant형, 0.5% 이상에서는 pseudoplastic형 유체의 특성을 나타냈다. 알긴 용액의 pH가 5.5일 때 점도가 가장 높았고 pH 5.5 이하에서는 산성일수록 점도가 낮아졌으며, pH 7.0 이상에서는 점도의 변화가 없었다. 온도가 낮을수록 점도가 높았고, 가열함에 따라 용해시간이 단축되었으며 80℃ 이상의 가열에 의하여 점도가 다소 낮아졌다. 산미제에 의한 알긴의 점도는 pH 의존적으로 pH 3.2~3.3에서 점도가 가장 낮았고 pH 3.0 이하에서는 gel이 형성되었다. 감미제는 알긴 용액의 점도에 영향을 주지 않았다. 무기염류 중 NaCl과 KCl은 점도를 감소시켰으며 MgCl₂와 CaCl₂는 점도를 증가시켰고, FeCl₃ 첨가는 점도 증가효과가 커서 0.1% 첨가에 의하여 gel이 형성되었다. 아미노산 중 glutamic acid는 1.0% 첨가 시에 점도 감소효과가 있었으며 다른 아미노산은 변화를 나타내지 않았다.

참고문헌

- Phillips, G. O., Williams, P. A. and Wedlock, D. J. : Gums and stabilisers for the food industry 4, Solution properties of sodium alginate, IRL Press, Washington D. C., p.96 (1987)
- 石河正裕 : アルギン酸類 食品用途での現状と最近の動向, 月刊フドケミカル, 5, 76~82 (1990)
- 松田清司 : 水溶性アルギン酸の開発. 月刊フドケミカル, 3, 41~44 (1989)
- Phillips, G. O., Williams, P. A. and Wedlock, D. J. : Gums and stabilisers for the food industry 3, Alginate and heartburn, Elsevier Applied Science Publishers, London and New York, p.370 (1986)
- 橋本實 : 健康食品用海藻粉末素材の開発, 食品と開発, 33, 35~38 (1997)
- 志多伯良博 : 低分子化アルギン酸ナトリウムの生理作用, 月刊フドケミカル, 13, 62~67 (1997)
- 西澤一俊 : 海藻の生理活性物質 [I], 食品と開発, 24, 54~59 (1988)
- 장동석, 조학래, 이현숙, 박미연, 임성미 : 알긴산 가수분해물을 이용한 어육연제품용 천연 보존료의 개발, 한국식품과학회지, 30, 823~826 (1998)
- Kitamikado, M., Tseng, C.H., Aoki, T., Yamaguchi, K. and Araki, T. : Isolation of bacteria capable of producing alginate-degrading enzyme from natural environment (in Japanese). Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, 55, 709~713 (1989)
- 김나미, 박명한, 전병선, 박채규, 양재원 : Algin의 첨가에 의한 액상인삼제품의 저장성 향상, 고려인삼학회지, 투고중
- Phillips, G. O., Williams, P. A. and Wedlock, D. S. : Gums and stabilisers for the food industry 4, Gelation of ionic polysaccharides, IRL Press, Washington D. C., p.119~126 (1987)
- 양승재, 이서래 : 알긴산의 추출수율 및 점성에 미치는 방사선의 영향, 한국식품과학회지, 9, 194~198 (1977)
- 김동훈 : 식품의 맛, 식품화학, 탐구당 p.44~47 (1980)
- Oakenfull, D. : Gelling Agents, Critical review-TM in food science and nutrition, CRC Press, 26, p.1~25 (1987)

(1999년 5월 19일 접수)