

칼슘알긴산비드에 의한 염분의 흡착특성

방 병 호 · 서 정 숙

서울보건대학 식품영양과

Characteristics of Salt Adsorption by Calcium Alginate Beads

Byung-Ho Bang and Jeong-Sook Seo

Dept. of Food and Nutrition, Seoul Health College, Sungnam 461-713, Korea

Abstract

The adsorption characteristics of sodium chloride into Ca-alginate beads have been investigated and the result were as follows:

Sodium chloride uptake by Ca-alginate beads increased with time. The highest uptake volume of sodium chloride was 4.2g after 10 minutes. The uptake volume by Fe, Ca, Ba, and Sr-alginate beads was 5.6g, 4.2g, 4.2g and 4.0g, respectively but in case of Fe-alginate beads, the induced hydrogel beads were very fragile and the strength of Fe-alginate beads were weaker than Ca- and Ba-alginate beads. Mg-alginate bead was not formed and Ca-, Ba- and Sr-alginate beads had a similar uptake volume about 4.2g, respectively. The uptake volume of sodium chloride by CaCl_2 concentration(0.1M, 0.2M and 1M), curing solution, was 4.8, 4.2g and 4.1g, respectively. The uptake volume by sodium alginate concentration(0.6%, 1% and 2%) was 2.8g, 4.0g, and 4.4g, respectively and Ca-alginate bead size was not effected in uptake sodium chloride.

The uptake rate on initial sodium chloride concentration(4%, 8%, 12% and 16%) was 30%, 28%, 27% and 25%, respectively. The uptake rate on basic pH(10.0) was higher than when compared to other neutral pH(6.8) and acidic pH(4.0). The initial uptake velocity of sodium chloride from immobilization beads with salt resistant bacteria was lower than that of non-immobilization beads. The uptake rate of sodium chloride was decreased according to elongation of curing time. Reusability of Ca-alginate beads was possible but according to reutilization, the salt uptake volume of beads was also decreased.

The uptake volume of sodium chloride from Doengjang by Ca-alginate beads on time course(3, 6, 12, and 24 hour) was revealed 5g, 6g, 7g and 7g, respectively. The pH variation in low salt Doengjang and titratable acidity(expressed as milliliter of 0.1N NaOH) on time course(0, 3, 6, 12, and 24 hour) was 4.90, 5.00, 5.01, 5.02 and 5.03, and 4.0ml, 3.4ml, 3.2ml, 3.0ml and 3.0ml, respectively. The amino-nitrogen volume of low salt Doengjang decreased with time(0, 3, 6, 12, and 24 hour) 840mg, 740mg, 630mg, 530mg and 530mg, respectively. The uptake rate of sodium chloride in Doengjang was the highest among all sample(Doengjang 100%, Kochujang 86%, Soysauce 78% and Jeotkal 71%).

서 론

우리가 하루에 섭취할 소금의 적량은 1인 15g 정도

로, 생체는 소금이 대단히 중요하다. 즉, 세포와 세포 사이를 채우고 있는 체액 및 혈액의 혈장과 혈구 중에는 1ℓ 중 6~7g의 소금을 가지고 있으며 용해되어 있

† Corresponding author : Byung-Ho Bang

는 농도에 따라 막의 안과 바깥의 물이 이동한다. 이 염의 용액에 의하여 영양소를 체내로 필요한 곳에 운반하고 또 불필요한 노폐물을 체내에 내보내는 작용을 한다¹⁾.

그러나 소금을 많이 먹으면 혈관의 염분이 물을 끌어들여 혈압이 올라감으로써 뇌졸중과 심장병의 발생률을 높인다. 특히 비만한 사람에게 해롭고 위압에도 좋지 않으며 과도한 염분은 위점막에 손상을 초래해 다른 발암물질이 위 점막에 침투하는 것을 돕는다. 골다공증의 경우에도 소금이 소변으로 빠져나가면서 뼈속의 칼슘까지 함께 빼앗아가기 때문에 더 심해질 수 있다^{2, 3)}.

만성적인 고혈압 환자인 경우 고염식에서 rennin 분비가 적어지지 않거나 심지어는 증가되어 나트륨을 배설하는 기능이 손상되어 혈압이 높아진다. 그리고 세포간의 나트륨의 증가는 Na-Ca 교환을 억제하여 혈관벽에 Ca이 축적되어 근육의 탄력이 저하되며 저항이 커져 혈압은 증가된다고 한다. 특히 고혈압의 75~90%를 차지하는 본태성 고혈압은 유전적 소인으로 원인은 불분명하나 소금의 과다섭취가 중요한 원인이 될 수 있다^{4, 5)}.

그러나 최근 식생활의 다양화, 서구화로 인하여 식염함량이 높은 전통발효식품인 된장, 간장, 고추장, 젓갈 등의 수요가 점차로 줄어들고 있는 실정으로서 저염의 인공조미료의 개발이 시도되고 있으며 저장식품의 식염 함량을 줄이려는 추세에 있다^{6, 7)}.

본 연구에서는 미생물의 고정화에 많이 이용되고 있는 Ca-alginate beads로부터 염분의 흡착 조건을 검토하여 고염분을 사용하는 발효식품 등에 응용하고자 기초실험을 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

채래식 된장, 고추장 및 간장은 가정에서 제조한 것을 사용하였고, 젓갈은 시판품인 G 식품(주)에서 제조된 것을 구입하여 사용하였다.

2. 염도(Salinity)측정

염도⁸⁾는 시료 5ml 또는 5g을 취하여 250ml mass flask에 넣고 물을 가하여 표선까지 채운 다음 충분히 흔들어 균일하게 한다. 여기에서 10ml를 취하여 100~200ml 삼각 flask에 넣고 여기에 2% K₂CrO₄(potassium chromate)용액 1ml를 지시약으로 가한 다음 0.1N AgNO₃ 규정액으로 적정한다. Silver chromate의 적갈

색이 약간 나타나는 점을 종점으로 하여 이때 소요된 0.1N AgNO₃액의 ml수로서 식염의 양을 산출한다.

3. 아미노태질소(NH₂-N, mg%)

Formol 적정법⁸⁾에 따라 시료 5g 또는 5ml에 증류수를 가해 250ml로 정용하고 균질기로 균질화한 후 양쪽에 시료용액 25ml를 취한다. 한쪽에는 중성 formalin 용액 20ml과 증류수 20ml를 가한다. 다른 한쪽에는 공시험으로서 증류수 40ml를 가한다. 페놀프탈레인용액 약 6방울을 가하여 0.05N NaOH용액으로 미적색(pH 8.4)이 나타날 때까지 적정한다.

4. 적정산도와 pH

적정산도를 조사하기 위하여 시료 5g 또는 5ml에 증류수 50ml로 정용한 다음 잘 용해하고 10ml을 따로 취하여 페놀프탈레인용액 3방울을 넣고, 0.1N NaOH로 pH를 8.1까지 적정하여(또는 중화액의 색이 연분홍으로 나타날 때까지 적정) 그 소비량으로 나타내었다. 발효액의 pH는 pH meter(Istek Model 730p, Korea)로 직접 측정하였다.

5. Calcium Alginate Beads의 제조

Alginate beads의 제조는 방⁹⁾의 방법으로 제조하였다. 즉, beads 제조기를 만들고 이 제조기를 이용하여 beads를 2~2.5mm 크기로 제조하였으며 고정화 담체로는 sodium alginate(Showa Chemical Co. Ltd) 1g을 250ml 비이커의 100ml 증류수에 녹여 magnetic bar로 회전시키면서 또한 잘 회전하고 있는 250ml 비이커의 0.2M CaCl₂ 경화용액에 1% sodium alginate 용액을 방울방울 떨어 뜨려 완전 구형의 beads를 만들었다. 비드의 크기는 분사기의 직경과 외부공기 사출기의 공기 유속에 의해 좌우된다. 바깥주사바늘(12 gauge)로부터 압축산소의 유속을 조절하여 beads의 크기를 조절하였다. 그리고 내부주사바늘(15 gauge)은 1% sodium alginate 현탁용액이 담긴 비이커와 호스로 연결되어 있으며 peristaltic pump로 용액의 양을 조절하였다. 제조된 beads는 0.2M CaCl₂에서 약 10분 정도 숙성시킨 후 증류수로 여러 번 씻고 탈수 후 본 실험에 사용하였다.

6. NaCl 흡착 실험

Calcium alginate beads의 염분 흡착조건 실험시 1g의 alginate로 제조된 beads 모두를 16% 소금용액 100ml이 든 250ml 비이커에 첨가하거나 또는 1g의 alginate로 제조된 beads 모두를 250ml 비이커에 깔고

가제로 덮은 후 이 위에 된장 100g을 넣고 일정시간 경과 후 염도를 측정하였다.

7. 내염성 세균의 분리

숙성된 된장으로부터 내염성 미생물의 분리는 nutrient agar에 10% NaCl을 첨가한 후 도말평판법으로 배양하여 분리하였으며, 분리된 균을 사면배지로 5℃에서 저장하면서 본 실험에 사용하였다.

8. 내염성 미생물의 고정화

분리된 내염성 세균은 사면배지에 저장하고 1주마다 계대배양하면서 이 활성 균을 100ml nutrient broth salts medium으로 37℃에서 2일간 배양 후 3,000rpm에서 원심분리하여 균체를 얻어 여러 번 증류수로 씻고 이를 1% alginate 용액 100ml과 섞어 위에서 설명한 방법으로 calcium alginate beads를 제조하였다.

결과 및 고찰

1. Ca-alginate Bead 처리시간의 영향

16% 소금용액을 이용하여 Ca-alginate bead로 0.5분에서 20분까지 흡착량을 조사한 결과 Fig. 1에서 보는

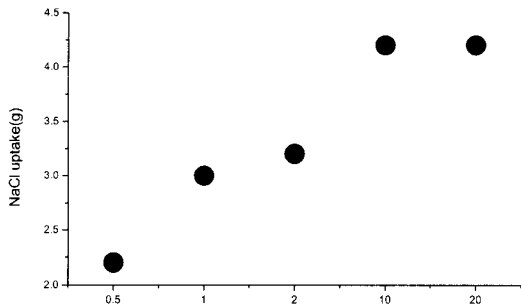


Fig. 1. Effect of time course in NaCl uptake by Ca-alginate bead. Calcium alginate beads was incubated for each given time at room temperature. The residue sodium chloride of each sample was measured by Mohr method.

바와 같이 약 70% 정도는 흡착 초기인 1분경에서 일어났으며 시간과 더불어 2분 이 후부터는 천천히 흡착되어 10분이 경과되어야 최고의 양인 4.2g이 흡착되었다.

2. 경화용액의 종류의 영향

2가 및 3가의 양이온인 0.2M의 CaCl₂, BaCl₂, MgCl₂, FeCl₃ 및 SrCl₂로 경화용액을 조제하여 0.2M CaCl₂ 용액의 beads 제조법에 따라 beads를 만든 후 각 beads를 경화용액에서 10분간 방치(curing)하여 경화시키고 증류수로 여러 번 씻은 후 여과지로 탈수시켜 이 beads로 염분을 흡착시킨 결과는 다음 Table 1과 같이, 다가 양이온 alginate bead에 의한 염분의 흡착량은 Fe⁺⁺⁺ >> Ca⁺⁺ ≥ Ba⁺⁺ ≥ Sr⁺⁺ 순으로, 각각 5.6g, 4.2g, 4.2g, 4.0g 이었다. 그리고 bead의 부피는 Fe⁺⁺⁺ >> Sr⁺⁺ ≥ Ba⁺⁺ ≥ Ca⁺⁺ 순으로 50ml, 33ml, 30ml 그리고 28ml 이었다. 염분 흡착량에 있어서는 Fe-alginate bead가 5.6g으로 가장 높았고 부피 또한 Fe-alginate bead가 어느 alginate bead보다 컸다. 그러나 Fe-alginate beads는 딱딱하면서 부서지기 쉬워 bead로서의 기능을 상실하였으며 재이용이 불가능하였다. 일반적으로 미생물을 고정화^{10~12)}에 가장 많이 이용되는 Ca-alginate bead는 부드러우면서도 잘 깨지지 않고 크기도 적당하여 염분 흡착에 있어서 가장 적합한 것으로 나타났다. 그리고 경화용액으로 MgCl₂는 bead가 생성되지 않았다.

3. Calcium Chloride 농도의 영향

경화용액으로 calcium chloride를 0.1M, 0.2M 그리고 1M로 조제하여 실험 및 재료에서 설명한 방법으로 bead를 2.5mm 정도로 균일하게 만들고 경화용액에서 10분간 숙성시킨 후에 염분의 흡착량을 조사하였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 흡착은 0.1M, 0.2M, 1M에서 각각 4.8g(100%), 4.2g(75%) 그리고 4.1g(75%)으로 나타났으며 bead의 부피는 0.2M에서 25ml로 가장 작았고 1M에서는 29ml 그리고 0.1M에서는 31ml로 가장 부피가 컸다.

Table 1. Sodium chloride uptake in each curing solution

	0.2M CaCl ₂	0.2M BaCl ₂	0.2M FeCl ₃	0.2M SrCl ₂	0.2M MgCl ₂
Sodium chloride uptake(g)	4.2	4.2	5.6	4.0	NFB ¹⁾
Total bead volume(ml)	28	30	50	33	-

1) : Not formed bead

Each beads made each multivalent cations was incubated for 10 minutes at room temperature in 250ml beaker containing 16% sodium chloride solution 100ml and the residue sodium chloride of 100ml solution was measured by Mohr method³⁾.

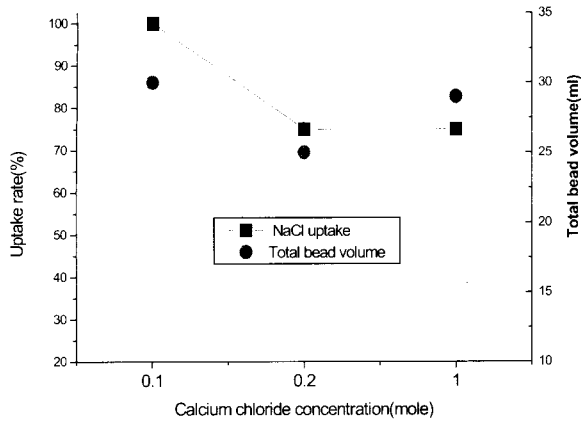


Fig. 2. Effect calcium chloride concentration in NaCl adsorption by calcium alginate bead. Ca-alginate beads was prepared with each given concentration of calcium chloride. The other condition was the same as Fig. 1.

본 연구에서 사용된 고체입자는 Ca-alginate gel로써 D-manuronic acid와 L-guluronic acid의 copolymer인 brown algae에서 발견되는 다당류이다. Gel은 alginate의 guluronic acid block과 Ca 이온 간의 이온결합에 의하여 형성된다. 즉, Ca와 alginate의 COOH기 사이에서 교차결합에 의하여 egg box 모양의 3차원 망상구조^{10, 13)}로 gel을 형성한다.

0.1M에서 부피가 가장 크고 흡착량이 많은 것은 아마도 교차결합을 하고 남은 COOH기가 많다는 것을 의미하며, 이 여분의 COOH기는 이온화하여 염분의 Na와 이온결합으로 일부 흡수된다고 가정할 수 있다. 그리고 0.2M에서 bead의 부피가 가장 작은 것은 그만큼 교차결합의 수가 많아서 여분의 COOH가 가장 적으며, 또한 bead의 구조는 단단하다는 것을 의미한다. 따라서 염분의 흡수가 적어진다.

4. Alginate 농도와 Bead 크기의 영향

Bead 내부로 용질이 확산에 의한 전달될 때 미치는 중요한 요인은 용질의 크기와 alginate gel의 구조 등에 기인하고, 특히 구조에 영향을 주는 인자는 alginate와 calcium chloride의 농도이다¹³⁾.

미생물의 고정화에 이용되는 alginate의 농도는 보통 1%를 가장 많이 사용하고 있으며¹²⁾, 그러므로 용질이 확산에 의해 흡수될 때 gel의 구조는 아주 중요하다. 본 실험에서도 염분흡착의 최적 농도를 알아보기 위하여 alginate를 0.6%, 1% 및 2%로 bead를 제조하고 이들을 이용하여 염분흡착을 실험한 결과는 Fig. 3과 같다. 결과에서 보는 바와 같이 alginate의 농도가 증가

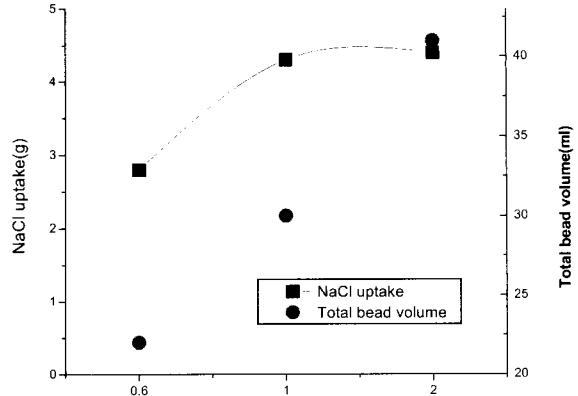


Fig. 3. Effect of alginate concentration in NaCl adsorption by calcium alginate bead. Ca-alginate beads was prepared with each given concentration of sodium alginate. The other condition was the same as Fig. 1.

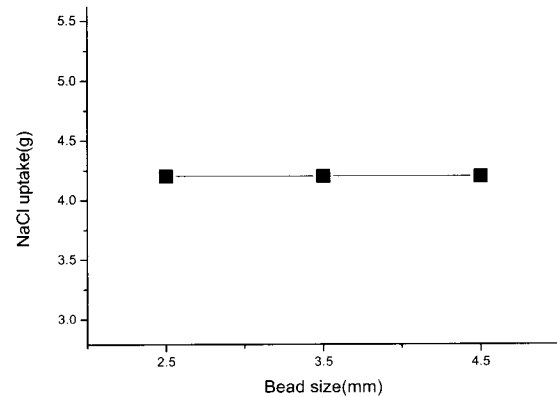


Fig. 4. Effect of bead size in NaCl uptake by calcium alginate bead. The other condition was the same as Fig. 1 except dropping velocity of sodium alginate solution into calcium chloride.

함에 따라 염분 흡착도 증가하나 2%에서는 1%에 비하여 극미하게 증가하는 양상을 보였으며 흡착 효율성으로 보면 1%의 alginate 농도가 최적농도로 나타났다. 그러나 bead의 총 부피는 농도와 더불어 비례적으로 증가하였다.

Alginate와 calcium chloride를 같은 농도에서 크기만 달리하여 염분 흡착 실험을 한 결과, 용질의 확산에 의한 흡수에는 전혀 영향을 주지 못하였다(Fig. 4).

5. 초기 Sodium Chloride의 농도의 영향

용질인 소금의 농도에 따라 흡착량을 검토한 결과, 초기농도 4%, 8%, 12% 그리고 16%일 때 각각 흡착량이 1.2g, 2.2g, 3.2g 및 4.2g으로, 흡착율로 나타내면

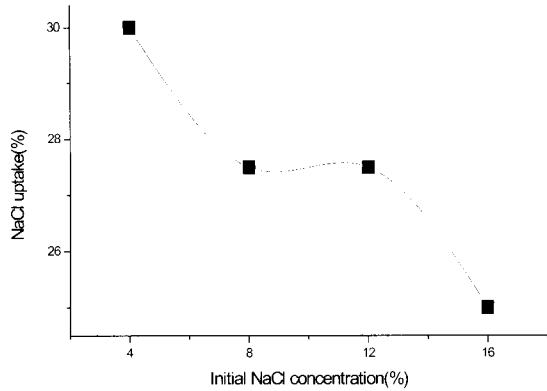


Fig. 5. Effect of initial NaCl concentration by calcium alginate. The other condition was the same as Fig. 1 except initial NaCl concentration.

Fig. 5에서 보는 바와 같이 초기농도가 4%일 때 30%, 8%와 12%에서 27% 그리고 16%일 때는 25%로, 초기 농도가 높을수록 흡착율은 약간씩 낮아지는 경향을 보였다.

6. 소금용액의 pH의 영향

16% 소금용액의 pH를 4(산성), 6.8(중성) 및 10(염기성)으로 조정 한 후 Ca-alginate bead에 의한 소금의 흡착량을 비교한 결과는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 pH 4와 6.8에서는 흡착량이 비슷하였으나 염기성인 pH 10에서는 산성 및 중성에 비해 20% 정도 흡착량이 증가하였다.

이와 같은 현상은 Ca-alginate bead의 염분 흡수는 확산(diffusion)과 염기성에서 alginate의 COOH기가

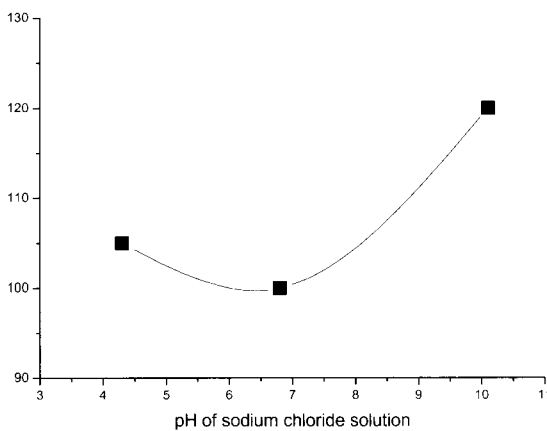


Fig. 6. Effect of pH in sodium chloride adsorption by Ca-alginate bead. The other condition was the same as Fig. 1 except pH of sodium chloride solution.

COO⁻ + H로 해리되어 이 COO⁻ 에 소금의 Na⁺ 이온이 서로 이온결합을 하므로서 흡착된 결과라고 설명할 수 있다.

7. 내염성 세균의 고정화 Bead에 의한 염분 흡착

된장에서 내염성 세균을 상법에 따라 순수분리하여 그 균을 10% NaCl 함유 nutrient broth로 37℃에서 2일간 배양 후 다시 이 원액을 같은 액체배지 100ml에 일정량 접종, 같은 조건에서 2일간 배양하였다. 이 배양액을 증류수로 여러 번 씻고 1% alginate 용액과 혼합하여 재료 및 방법에서 설명한 방법으로 염분 내성균을 고정화한 Ca-alginate bead를 만들고 고정화하지 않은 bead와 염분 흡착을 비교하였다. 그 결과는 Fig. 7에서와 같이 흡착 초기에서는 오히려 고정화 bead에 의한 염분 흡수가 적었으며 10분 정도 시간이 경과함에 따라 흡착량이 최고 흡수 값인 약 4.2g에 똑같이 도달되었다. 이와 같은 현상은 세균이 bead 내부를 채워 초기 확산 속도에 방해한 결과로 사료되며, 세균 자체가 흡수한 염분량은 아주 미미한 것으로 생각된다.

8. Bead의 숙성 시간의 영향

Bead를 제조 후 경화 용액인 0.1M CaCl₂ 용액에 처리하는 시간에 따른 bead의 염분 흡착량과 그 bead의 부피를 조사하였다. Fig. 8에서 보는 바와 같이 경화용액에 침지하는 시간이 길어짐에 따라 흡착량이 점점 감소하여 60분 후에는 최고 4.8g이 3.5g으로, 1.3g 정도 감소되었다. 또한 bead 크기도 4mm 정도에서 2mm 정도로 작아지면서 bead의 색도가 보다 강하게 변화는

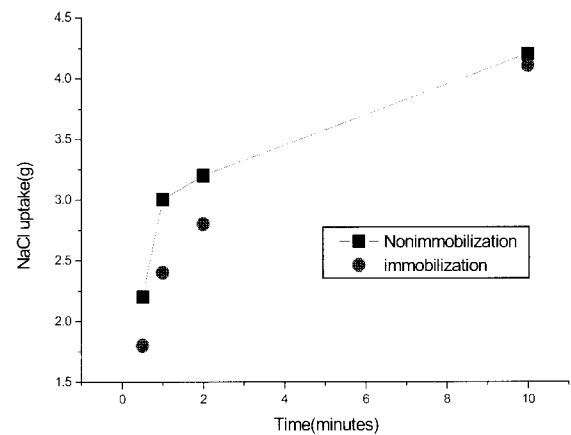


Fig. 7. NaCl uptake by salt resistant bacteria immobilization bead. The other condition was the same as Fig. 1 except immobilization of sodium chloride resistant bacteria cell.

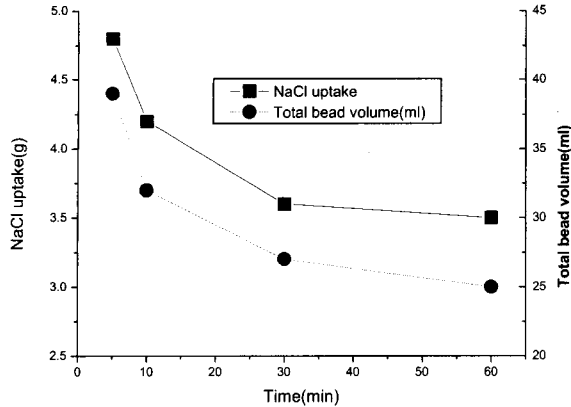


Fig. 8. Effect of curing time in uptake NaCl by calcium alginate bead. The other condition was the same as Fig. 1 except curing time.

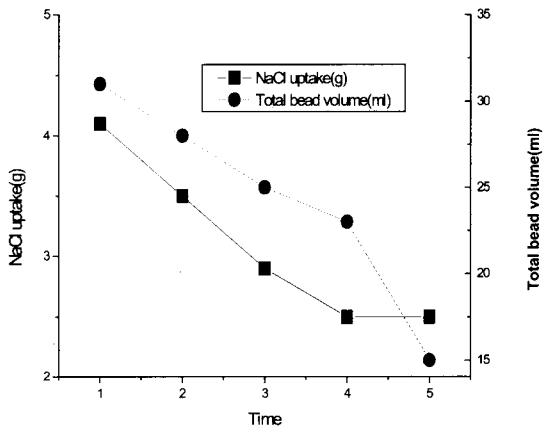


Fig. 9. Reusability of calcium alginate bead. The desorption of Na from Ca-alginate beads was used tap water. The other condition was the same as Fig. 1.

것 같았다. 총 부피로 40ml이 60분 후 24ml 정도로 줄어들었다.

이와 같은 경화용액의 처리 시간에 따라 bead 내의 유리형의 COO⁻기가 감소하고 그 대신에 Ca-alginate 교차결합은 더 증가된 결과라고 본다.

9. Ca-alginate Bead의 재이용

한번 염분을 흡착시킨 bead를 물에 하룻밤 침지하고 이 bead를 0.2M CaCl₂ 용액에 약 10분간 다시 침지 후 또 여러 번 증류수로 씻어 이 bead를 염분 흡착 실험을 같은 방법으로 5회까지 실시한 결과는 Fig. 9에서와 같다. 그 결과 초기 1회인 bead가 4.2g을 흡수하였고 2회 때는 3.5g을, 3회 2.8g, 4회 2.5g 및 5회 2.5g으로 점점 감소하였다. Bead의 부피 또한 30ml에서 5회

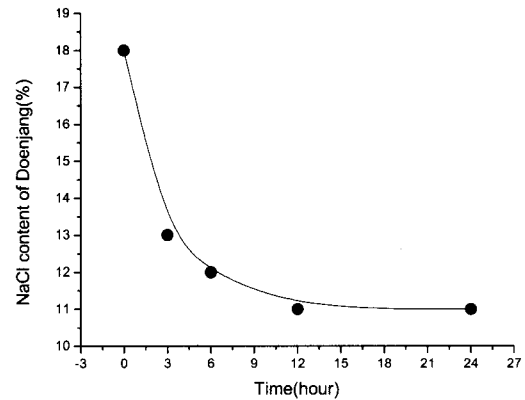


Fig. 10. Time course in sodium chloride adsorption of Doenjang by calcium alginate beads. The other condition was the same as Fig. 1 except Doenjang, sample.

사용한 후 bead의 총 부피는 그 반인 15ml로 줄어들었다.

1회 사용한 bead를 물에 하룻밤 방치 후 경화용액에 잠깐이라도 침지하지 않으면 bead가 허물어져 깨어지기 시작하였으며 만약 2회 사용하고 bead를 버릴 경우에는 2회 때도 1회 때와 마찬가지로 염분 흡착량이 최고값인 4.2g을 흡수하였다.

10. 시간에 따른 된장의 염분 흡착

Fig. 10은 시료를 소금물이 아닌 된장을 원료로 하여 시간에 따라 염분 흡착량을 조사한 결과이다. 보는 바와 같이 bead를 처리하지 않은 초기 염분의 농도는 약 18%로 나타났으며 bead 처리 3간 후 5g이 줄어 13%로 낮아졌으며 6시간 후에는 6g, 12시간 및 24시간 후의 흡착량은 7g으로, 최고의 흡착량을 보였다. 그림에서와 같이 시료가 고체이므로 염분이 평형상태에 도달하는 데는 약 12시간이 소요되는 것으로 나타났다.

11. 저염된장의 pH 및 적정산도

시간과 더불어 된장의 염분이 감소하면서 pH와 적정산도의 변화를 검토하였으며 그 결과는 Fig. 11에서와 같다. 즉, 원료 된장인 bead 무처리구가 pH가 4.90이 3~24시간 처리 후의 저염 된장은 5.00~5.03로 경미하게 높아졌는데, 이는 된장의 유기산이 줄어들었다는 것을 의미한다.

정 등¹⁴⁾의 재래식 된장에서는 유기산으로 oxalate, succinate, fumarate, malate 및 citrate 등이 함유되어 있으며 담금 방법, 원료 배합비, 이들 장류 중에 존재하는 미생물의 다양성, 숙성방법, 메주제조나 국(麴)제조

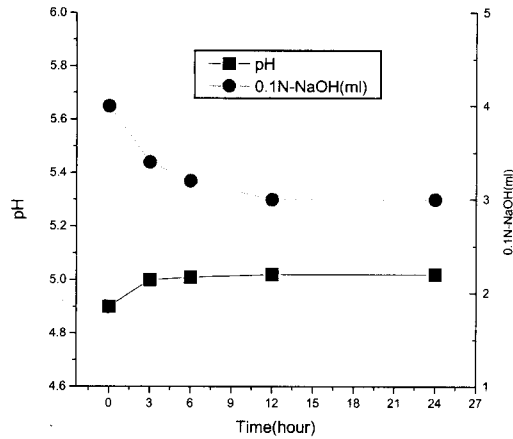


Fig. 11. pH variation in low salt Doenjang by calcium alginate bead with time course.

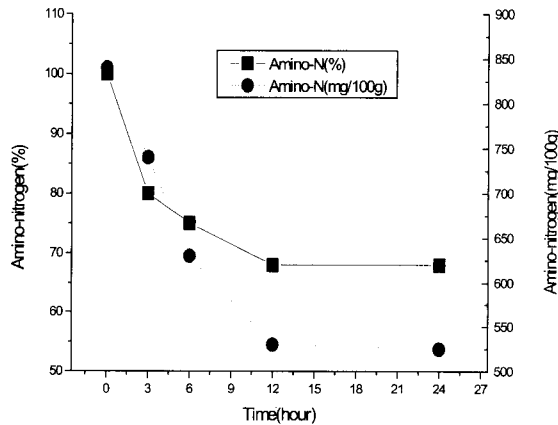


Fig. 12. Amino-nitrogen variation in low salt Doenjang by calcium alginate bead with time course.

시에 사용된 균주에 따라 유기산 종류의 함량 변화는 크다고 한다.

적정산도를 적정한 결과 0.1N-NaOH의 소비량은 원료 된장이 4ml이 소모되었으며 12시간 bead처리 후의 저염 된장은 약 3ml이 소모되어 pH가 높아짐에 따라 적정산도가 줄어들었다.

12. 아미노태 질소의 함량

된장이 숙성되면서 종균인 *Aspergillus oryzae* 등의 단백질 분해효소에 의해 콩단백질부터 유리아미노산이 생성되며 식품공전에서는 아미노태 질소 함량을 160mg% 이상으로 규정하고 있으며, 보통 가정 전통 된장의 아미노태 질소의 함량은 평균 308mg%으로 보고되고 있다^{14, 15)}.

본 실험에서 사용된 가정에서 제조한 재래식 된장의 아미노태 질소를 정량한 결과는 Fig. 12에서와 같

Table 2. Uptake of sodium chloride in each sample

	Doenjang (100g)	Kochujang (100g)	Soysauce (100ml)	Jeotkal (100ml)
Before treatment	18%	7.7%	27.7%	26.9%
After treatment	11	5.3	19.3	19.5
Uptake, g (uptake rate)	7(100%)	2.4(86%)	8.4(78%)	7.4(71%)

Ca-alginate beads were incubated for 12 hour in Doenjang and Kochujang at room temperature and for 10 minutes in Soysauce and Jeotkal. The residue sodium chloride of each sample was measured by Mohr method⁸⁾.

다. Fig. 12에서와 같이 원료의 아미노태 질소 함량이 840mg으로 나타났으며 bead 처리 시간이 3시간, 6시간, 12시간 및 24시간 경과함에 따라 아미노태 질소 함량 또한 점차 줄어들었다. 즉, 740mg, 630mg, 530mg 및 530mg 순으로 감소하였으며 염분 함량이 최저로 되는 12시간 후의 아미노태 질소 함량이 530mg으로 함량 %로 나타내면 63%로, 37%가 감소되었다. 이 감소량은 염분 감소량과 비슷하였다.

13. 된장, 고추장, 간장 및 젓갈의 염분 흡착

된장과 고추장은 고체 시료로 250ml beaker에서 12시간을 처리하였고, 그리고 액체시료인 간장과 젓갈은 10분간 처리 후 염분 흡착량을 측정하였다. 그 결과는 Table 2에서 보는 바와 같이 된장, 고추장, 간장 및 젓갈 등의 초기 소금 함량은 각각 18%, 7.7%, 27.7% 그리고 26.9%로 나타났으며, bead처리 후의 염분 흡착량은 각각 7%, 2.6%, 8.4% 그리고 7.4%으로 나타났다. 각 시료별 흡착율을 계산해 본 결과 된장의 흡착율을 100%로 하였을 때, 고추장은 흡착율이 86%, 간장은 78%, 그리고 젓갈은 71%로, 된장의 흡착율이 가장 좋을 수 있었다. 이는 각 시료별 영양성분의 구성 함량이나 구성 성분의 차이에 의한 결과로 생각할 수 있다.

요 약

Ca-alginate bead로 소금의 흡착에 미치는 영향조건을 검토한 결과는 다음과 같다.

Ca-alginate beads에 의한 소금 흡착은 시간이 경과함에 따라 증가하였으며, 10분 후 4.0g으로 최고의 흡착량을 나타내었다. 0.2M CaCl₂, 0.2M BaCl₂, 0.2M FeCl₃ 및 0.2M MgCl₂ 등의 경화용액으로 조제한 bead에 의한 소금 흡착량은 Fe-alginate beads가 5.6g으로 제

일 높았으나 bead가 쉽게 부서지는 단점이 있었고, MgCl₂ 용액으로는 bead가 만들어지지 않았다. 그리고 0.2M CaCl₂, 0.2M BaCl₂ 및 0.2M SrCl₂ 용액으로 만든 bead는 각각 4.2g 정도의 대등한 흡착량을 나타내었다. CaCl₂ 경화 용액이 0.1M, 0.2M 및 1M 일 때 소금 흡착량은 각각 4.8g, 4.2g 및 4.1g으로 나타났다. Alginate의 농도를 0.6%, 1% 그리고 2%로 하여 제조한 비드로 소금 흡착량은 2.8g, 4.0g, 4.4g으로 각각 나타났으며, 그리고 bead의 크기를 각각 2.5mm, 3.5mm 그리고 4.5mm로 제조하여 소금의 흡착량을 살펴본 결과 각 크기별 모두 4.0~4.2g로 차이가 없었다. 초기 소금의 농도 4%, 8%, 12% 그리고 16%에서, 각각 소금의 흡착율은 30%, 28%, 27% 그리고 25%이었으며, pH에 따른 염분의 흡착율은 산성(pH 4.0) 및 중성(pH 6.8) 영역에서 보다는 염기성(pH 10.0)에서 더 높았다. 된장으로부터 내염성 세균을 분리한 후 alginate로 고정화한 beads와 비고정화한 bead와의 염분 흡착량은 고정화한 bead에 의한 염분 초기흡착속도가 보다 낮았으며, Ca-alginate bead 제조시 경화용액에 머무는 시간이 길수록 염분 흡착율은 감소하는 것으로 나타났다. 또한 1회 사용한 bead를 증류수에 하루 동안 방치 후 이 bead를 재이용함에 따라 염분 흡착량은 점점 감소하였다.

시료를 된장으로 하여 0시간, 3시간, 6시간, 12시간 및 24시간 후 소금 흡착율은 시간의 경과에 따라 더불어 증가하였다. 또한 소금이 감소된 된장의 pH를 측정 한 결과, 4.90, 5.00, 5.01, 5.02, 그리고 5.03이었으며, 적정산도는 0.1N-NaOH 소모량이 4ml, 3.4ml, 3.2ml, 3.0ml 그리고 3.0 ml이었다. 저염 된장의 아미노태 질소를 적정한 결과, 원료 된장이 840mg/된장 100g, 740mg/된장 100g, 630mg/된장 100g, 그리고 530mg/된장 100g으로 줄어들었다. 각 시료별 염분 흡착율은 된장이 다른 시료(Doengjang 100%, Kochujang 86%, Soy-sauce 78% and Jeotkal 71%) 보다 가장 높게 나타났다.

감사의 글

이 연구는 서울보건대학 교내 연구비에 의해 수행된 연구이며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 김상순 : 식생활, 수확사, 서울, p.366~368(1967).
2. 이춘자 : 병원급식의 염분 제한식에 있어서의 김치이용에 관한 연구, *동아시아식생활학회지*, **4**(1), 71~77(1994).
3. 하정옥, 박진영 : Alginate의 Na 흡착효과와 다시마 첨가 김치의 개발, *한국식품영양과학회지*, **29**(6), 995~1002 (2000).
4. David, A. M. : Calcium and magnesium nutrition in human hypertension, *Ann. Inter. Med.*, **98**, 800~805(1983).
5. Mahan, L. K. and Arlin, M. T. : Food nutrition and diet therapy, W. B. Saunders Company, Philadelphia, p.387~394(1992).
6. 이순원, 신순영, 유태종 : 저염된장 제조시 에탄올 첨가 효과, *한국식품과학회지*, **17**(5), 336~339(1985).
7. 백승화, 임미선, 김동환 : 코오지를 이용한 숙성저염식 멸치젓의 미생물상과 효소활성, *한국식품영양학회지*, **9**(2), 392~397(1996).
8. 채수규 : 표준 식품 분석학-이론 및 실험, 지구문화사, p.299~301(1998).
9. 방병호 : *Aspergillus niger*를 고정화한 Alginate Beads에 의한 납 흡착, *한국농화학회지*, **44**(3), 185~190(2001).
10. 김광, 선우 양일, 박승조 : 고정화 미생물의 기질 유효 확산, *한국생물공학회지*, **4**(2), 110~117(1989).
11. 유익제, 박기문, 유연우, 최춘원 : Calcium alginate로 고정화된 *Acetobacter acetii*에 의한 식초생산, *한국생물공학회지*, **5**(2), 167~173(1990).
12. Sang-Kyu Kam and Min-Gyu Lee : Biosorption of metal ions biomass of marine brown algae in Cheju using their immobilization techniques: Biosorption of copper by *Undaria pinnatifida*, *Environmental Sciences*, **1**(2), 157~166(1997).
13. 박종수, 김동관, 이근후, 도동섭 : Ca-alginate 겔 내부로의 용질의 확산 특성, *HWAHAK KONGHAK*, **35**(1), 41~45(1997).
14. 정재홍, 김종생, 이상덕, 최성현, 오만진 : 시판된장의 유리아미노산, 유기산 및 isoflavone의 함량에 관한 연구, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**(1), 10~15(1998).
15. 박석규, 서권일, 손미예, 문주석, 이영환 : 가정에서 제조된 전통된장의 품질특성, *Korean J. Soc. Food Sci.*, **16**(2), 121~127(2000).

(2002년 2월 13일 접수)