

Alcohol+Water mixtures에서 Alcohol의 종류에 따른 (L+)-Calcium Lactate의 용해도 연구

홍혜현, 김우식, 구윤모, 장상목
경희대학교 화학공학과, 인하대학교 생명공학과, 동아대학교 화학공학과

Solubility study of L(+)-Calcium Lactate in alcohol+Water mixtures relatively to backbone of Alcohols

Hye-Hyun Hong, Woo-Sik Kim, Yoon-Mo Koo, Sang-Mok Jang
Dept. of Chem. Eng., Kyounghee University,
Dept. of Biotechnology., Inha University,
Dept. of Chem. Eng., Dong-a University.

서론

Calcium lactate는 lactic acid산업에서 중요한 화학 물질이다. 이것은 calcium의 부족을 위한 식품, 제약에서 영양분으로써 널리 사용된다. 그리고 이것은 약품, 식품, 건강 그리고 화학 산업에서 중요한 화학이다.

Lactic acid는 주로 염의 형태로 생산되어진다. Calcium lactate는 가장 널리 사용되어지는 염들 중의 하나이다. 이것은 calcium carbonate 또는 calcium hydroxide를 가진 lactic acid의 중화에 의해 제조되어진다. 제약산업에 있어서 calcium lactate는 치약에서 치석을 방지하는 작용물로, 인간과 동물에게 뼈 광학작용과 성장을 위한 calcium결합치료에 사용되어진다. 그것은 굳히는 작용, 향을 높이는 작용, 향의 작용과 보조제, 발효 작용물, 영양의 공급원, 안정화제 또는 강화제로서 사용된다. 또한 항박테리아 작용물로서 사용된다.

최근 L(+)-lactic acid는 인간의 몸에 유용하며 그것의 polymer가 미생물로 분해되어지기 때문에 계속적으로 강조되어오고 있다. 하지만, calcium lactate의 용해도 데이터는 문헌에 기록된 것이 거의 없다. 본 연구는 water, water+methyl alcohol solution, water+ethyl alcohol solution, water+1-propyl alcohol solution, water+2-propyl alcohol solution에서의 calcium lactate의 용해도를 실험적으로 얻기 위한 것이다. solubility data는 calcium lactate의 제조뿐 아니라, 발효산업에서 L(+)-lactic acid의 회수 공정(recovery process)에서도 사용되어질 수 있다. 또한 lactic acid의 분리 실험의 기초 자료로서 활용될 수 있을 것이다.

본론

이론

일반적으로 Protein은 여러 가지 다른 성분에 의해 용해도가 달라지게 된다. 그 예로서 protein은 pH, ionic strength, temperature, 그리고 solvent에 포함된 많은 성분들의 농도에 따라 용해도가 쉽게 되어진다. 특히 이번 실험에서 사용하게되는

L(+)-calcium lactate는 물에는 쉽게 용해되나 알코올에서는 잘 용해되지 않는 용해도 차의 성질을 이용하여 이 물질의 용해도를 규명하려 한다. 다시 말해서 solvent인 alcohol의 성분에 의해 용해도가 낮아지는 현상을 실험하려 한다.

alcohols, kwtones 또는 fatty acids같은 organic solute들의 homologous 종류들의 염에 있어서, 일반적으로 그 용해도(주어진 염에서)의 값이 hydrocarbon chain과 함께 증가한다. 이것은 부피 당 첨가된 용질의 몰 당 용액의 절연성 constant에서 hydrocarbon chain의 길이의 증가와 함께 점차적으로 큰 폭으로 줄어든다는 사실과 관련이 있다.

결국 본 실험에서는 L(+)-calcium lactate가 알코올에 의해 용해도가 줄어든다는 사실을 가정하여 진행되며, 더 나아가 이 실험 데이터가 lactic acid의 분리에 관한 실험에 중요한 요소로 작용할 것이라고 생각된다.

실험

우선 우리가 사용할 시약인 L(+)-calcium lactate ($\text{Ca}(\text{CH}_3\text{CHOHCOO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)은 Sigma Chemical Co.에서 분말로 된 것을 1Kg을 구입했다. 본 실험에서는 Cole-Parmer Co.에서 구입한 L-01481-61인 Thermo Conductivity Meter를 사용하였다. 또한 Carlo Erba Co.에서 alcohols을 구입했다. methanol과 ethanol은 99.9%의 고순도 알코올을 사용했으며, 1-propanol과 2-propanol은 99.5%의 순도를 사용하였다.

유산칼슘(Calcium lactate)은 백색의 분말 내지는 결정으로, 냄새가 없거나 미약한 특이한 냄새가 있다. 120°C에서 무수 물이 되며 각종 칼슘염 중에서는 용해도가 높다. 이것은 영양보강제(칼슘제)로서 각종 식품(과자류, 청량음료, 된장, 두부, 분유, 빵 등) 및 의약품 등에 첨가된다. 그리고 조직 보강제로서 각종 농산 가공 통조림, 단무지 절임 등에 사용된다.

1. water에서 L(+)-calcium lactate의 용해도 실험

250ml의 비이커에 100ml의 waetr를 넣은 후에 L(+)-calcium lactate의 양을 변화시켜주면서 넣어준 후 파라 필름을 이용해서 밀봉해 주었다. L(+)-calcium lactate의 양은 0.5g단위로 증가시켰다. 그리고 stirrer를 이용하여 이 용액이 평형에 다다를 때까지 교반시켜 주었다. 또한 이 실험은 온도를 상온으로 고정시킨 상태에서 진행되었다. 그러나 시약이 평형에 이르지 않았을 때는 적은 약의 시약을 넣어준 후 다시 교반시켰다. 완전히 평형에 이르렀을 때 conductivity meter를 이용해 conductivity를 측정하였다.

2. water-alcohol mixtures에서 L(+)-calcium lactate의 용해도 실험

water와 같이 250ml의 비이커에 100ml의 용액을 넣은 후 L(+)-calcium lactate를 넣고 밀봉했다. 그 후 stirrer를 이용해 교반시켰다. 그러나 여기서 alcohol의 양과의 관계를 알아보기 위하여 용액의 alcohol의 %를 10%씩 변화시켜 주었다. (10%wt, 20%wt, ..., 90%wt, 100%wt) 또한 hydrocarbon chain과의 관계를 알아보기 위하여 용액에서 alcohol의 종류를 변화시켜 실험했다.(Methanol, Ethanol, 1-Propanol, 2-Propanol) 그리고 위의 실험에서와 같은 방법으로 conductivity meter를 이용해 conductivity를 측정하였다.

결론

결과 및 토론

Fig. 1는 L(+)-calcium lactate의 증가와 methanol의 증가에 따른 conductivity의 변화를 보기 위한 그래프이다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 methanol+water에서 conductivity는 L(+)-calcium lactate의 양이 늘어남에 따라 수치가 증가하는 것으로 나타난다. 또한 알코올의 wt%가 증가함에 따라 함께 증가한다. L(+)-calcium lactate과 methanol의 양의 증가는 용액 내에서 움직이는 입자들이 많아졌다는 것을 의미한다. 그러므로 전하를 운반하는 이온이 많아진 것이므로 conductivity의 수치가 증가한 것은 당연한 결과이다. protein은 ionic strength의 영향을 받아 용해도가 감소되는 경향을 가지고 있지만 본 실험의 경우 alcohol의 해리도가 매우 낮기 때문에 ionic strength의 영향을 받았다고 보기 어려울 것이다.

Fig. 2는 alcohol의 종류와 wt%에 따른 L(+)-calcium lactate의 solubility를 나타낸 것이다. 이것은 hydrocarbon chain이 길어짐에 따른 용해도 변화를 볼 수 있는 그래프이다. Fig. 2에서 보이는 바와 같이 alcohol이 증가함에 따라 녹는 L(+)-calcium lactate의 몰농도가 줄어드는 것을 볼 수 있다. 그러므로 우리가 본 실험에서 가정했던 것이 그대로 나타남을 관찰할 수 있었다. 또한 alcohol wt%의 증가에 따라 solubility가 감소하는 것을 볼 수 있었다.

Fig. 3은 alcohol의 종류에 따른 conductivity의 수치를 나타낸 것이다. 이 그래프에서 역시 alcohol에 따른 hydrocarbon chain이 길어지면서 conductivity가 감소된 것을 볼 수 있었다.

결과적으로 L(+)-calcium lactate는 alcohol의 종류에 따른 hydrocarbon chain의 길이 변화에 의하여 용해도와 conductivity가 변화한다는 것을 알 수 있었다.

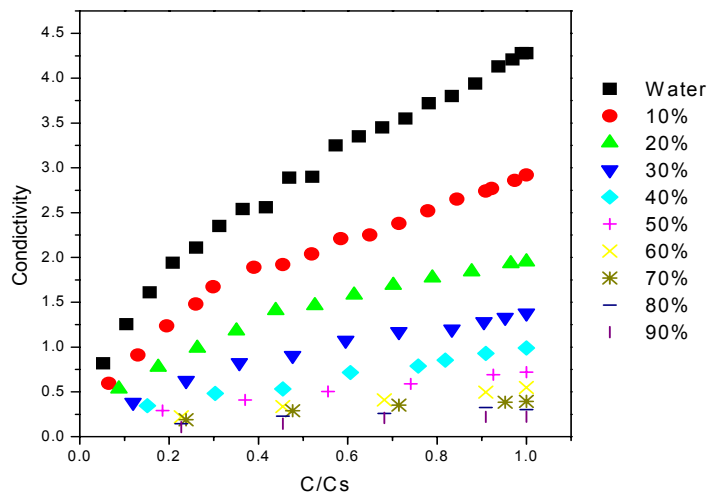


Fig. 1 Relation of Conductivity and C/Cs in Methanol-Water Mixing Solution

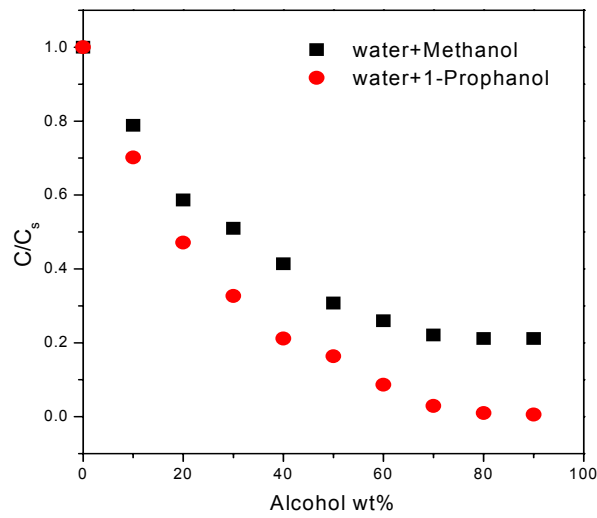


Fig. 2 Solubility of L(+)-Calcium lactate in water+methanol and water+1-prophanol

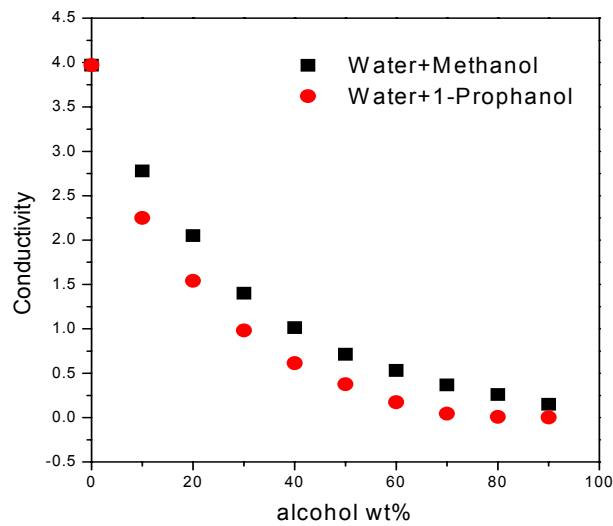


Fig. 3 Cnductivity of L(+)-calcium lactate in water+methanol and water+1-Prophanol