

## 아미노산을 리용한 음료용금수의 제조

류금식, 김광호

위대한 수령 김일성 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자들은 우리 나라의 현실이 요구하는 문제를 연구하여야 하며 우리 인민에게 필요한것을 만들어 내기 위하여 노력하여야 합니다.》(《김일성전집》 제35권 374페이지)

천연물을 그대로 섭취하던 때와는 달리 인공적으로 여러가지 필수아미노산들과 미량 원소들이 충분히 포함된 영양식료품들을 만들어 섭취하고있는 오늘 사람들의 건강과 생명 활동에 필요한 기능성건강식료품들과 음료들에 대한 수요는 더욱 높아지고있다. 특히 사람들의 건강증진을 위하여 금수를 만들어 공급하기 위한 노력들[2-4]이 활기를 띠고있다.

우리는 미생물이 서식하는 용액에서의 금채취와 그 용액의 구성성분에 대한 해석[1] 으로부터 아미노산을 리용한 음료용금수제조방법을 연구하였다.

### 실 험 방 법

류산동을 증류수에 풀어 만든 류산동용액과 팔라듐을 왕수에 녹여 만든 염화팔라듐용액, 금을 왕수에 풀어 만든 염화금산용액을 일정한 농도로 희석하였다. 다음 이 용액들에 글리신(Gly)과 글루타민산(Glu)을 넣어 착체를 제조하였다. 또한 동분말에 산화제를 첨가하고 여기에 Gly와 Glu를 각각 넣어 착체를 제조하였다.

용액의 색도는 광전비색계(《Smart Lab》)로 측정하였으며 금농도는 왕수로 푼 금용액을 크리스탈분석하여 톨루올상의 보라색의 색도를 광전비색계로 측정한 값과 비교하는 방법으로 결정하였다.

### 실험결과 및 해석

아미노산을 배위자로 하는 몇가지 착체의 특성 Gly와 Glu로 만든 동 및 팔라듐착체의 특성은 표 1과 같다.

표 1. Gly와 Glu의 동 및 팔라듐착체의 특성

반응용액	pH	파장/nm	흡광도	색
CuSO <sub>4</sub> 용액	7	420	0.1	연청색
CuSO <sub>4</sub> 용액 + Gly용액	7	420	0.2	청색
CuSO <sub>4</sub> 용액 + Gly용액	10	420	0.4	진한 청색
CuSO <sub>4</sub> 용액 + Glu용액	10	420	0.5	보다 진한 청색
Cu분말 + Gly용액 + 산화제	8	420	0.7	어두운 청색
Cu분말 + Glu용액 + 산화제	8	420	1.0	보다 어두운 청색
PdCl <sub>2</sub> 용액	3	520	0.7	진한 밤색
PdCl <sub>2</sub> 용액 + Gly용액	3	520	0.5	연한 밤색
PdCl <sub>2</sub> 용액 + Glu용액	3	520	0.2	보다 연한 밤색

동 10mg/mL, 팔라듐 10μg/mL, Gly 5g/L, Glu 5g/L

표 1에서 보는바와 같이 동은 Gly 및 Glu와 결합하면서 청색이 더 짙어지며 팔라듐에서는 밤색이 더 연해진다. 또한 착체의 색은 pH에 따라서도 달라진다.

동분말은 산화제가 있을 때 Gly 및 Glu와 착체를 형성하는데 이때 류산동용액에서와 같은 색을 나타낸다. 이것은 동이나 팔라듐이 Gly 및 Glu와 같은 아미노산과 비교적 쉽게 착체를 형성한다는것을 보여준다.

염화금산과 염화금산에 Glu를 넣어 만든 Glu+염화금산용액에서 pH와 방치시간에 따르는 금의 농도변화는 표 2와 같다.

표 2. 염화금산과 Glu+염화금산용액에서 pH와 방치시간에 따르는 금의 농도변화( $\mu\text{g/mL}$ )

금산용액의 종류	pH	방치시간		
		초기	24h	10d
염화금산	1	10	10	10
염화금산	7	10	0	0
염화금산	11	10	0	0
Glu+염화금산	1	10	10	10
Glu+염화금산	7	10	2	0
Glu+염화금산	11	10	10	10

금농도  $10\mu\text{g/mL}$ , Glu  $5\text{g/L}$

표 2에서 보는바와 같이 염화금산용액은 pH 1에서는 매우 안정하지만 pH 7, 11에서는 금이 환원침전되면서 초기의 금농도를 유지하지 못한다. 그러나 Glu+염화금산용액은 pH 1, 11에서 초기의 금농도를 그대로 유지하고 pH 7에서는 11에서보다는 못하지만 염화금산용액에서보다는 보다 높은 농도를 유지한다. 이것은 염화금산용액보다 Glu+염화금산용액이 보다 안정하다는것을 보여준다. 즉 동, 팔라듐, 금은 Gly, Glu와 같은 아미노산과 쉽게 착체를 형성한다.

아미노산용액에서의 귀금속회수는 바로 이와 같은 착체형성원리에 기초한다고 볼수 있다.

$\text{Au}^0 \rightarrow \text{Au}^+$ 의 전기화학적산화환원전위는  $\varphi = 1.63 \text{ V (vs NHE)}$ 로서  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow 1/2\text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$ 의 전기화학적산화환원전위  $\varphi = 1.23 \text{ V (vs NHE)}$ 보다 훨씬 높다. 따라서 보통의 방법으로는 수용액계에서 금을 전기화학적방법으로 산화시키기 어려우므로 금의 전기화학적산화환원전위를 낮추어야 한다.

보통  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{AB}$ 의 비길상수  $K$ 는  $K = \frac{[\text{AB}]}{[\text{A}][\text{B}]}$ 로서  $[\text{A}] = \frac{[\text{AB}]}{K[\text{B}]}$ 이다.

한편  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln[\text{A}]$ 로서  $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln[\text{A}] = \varphi^0 - \frac{RT}{nF} K + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{AB}]}{[\text{B}]}$ 이다.

전기화학적산화환원전위는  $K > 0$ 이면 보다 낮아지고  $K < 0$ 이면 보다 높아진다. 결국 비길상수가 큰 착화합물을 이루는 배위자를 침출제로 리용하면 금의 전기화학적산화환원전위를 훨씬 낮출수 있다. 몇가지 금착화합물의 전기화학적산화환원전위는 표 3과 같다.

표 3. 몇가지 금착화합물의 전기화학적산화환원전위

반응류형	$\varphi / \text{V (vs NHE)}$
$\text{Au} \rightleftharpoons \text{Au}^+ + \text{e}$	1.63
$\text{Au} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{AuCl}_2]^- + \text{e}$	1.11
$\text{Au} + 2[\text{NH}_2 - \text{R} - \text{COO}]^- \rightleftharpoons [\text{Au}(\text{NH}_2 - \text{R} - \text{COO})_2]^- + \text{e}$	—
$\text{Au} + 2(\text{CN})^- \rightleftharpoons [\text{Au}(\text{CN})_2]^- + \text{e}$	-0.51

과도금속의 바깥전자층에는 빈궤도가 존재하며 Glu의 아미노기질소에는 외로운 전자쌍이 있다. 결국 아미노산을 배위자로 하는 착체는 안정하게 존재할수 있다.

Glu+염화금산용액의 안정성에 미치는 몇가지 인자의 영향 염화금산용액(pH 7, 금농도  $10\mu\text{g/mL}$ )과 Glu+염화금산용액(pH 7, 금농도  $10\mu\text{g/mL}$ , Glu 5g/L)의 시간에 따르는 안정성을 평가하기 위하여 시간에 따르는 금농도를 측정하였다.(그림 1)

그림 1에서 보는바와 같이 금농도는 시간에 따라 점차 감소하는데 그 경향성은 Glu+염화금산용액에서보다 염화금산용액에서 더 크다. 이것은 용액속의 금이온이 햇빛이나 기타 인자들에 의하여 환원침전되기때문이다. 따라서 Glu+염화금산용액이 염화금산용액보다 더 안정하다는것을 알수 있다.

Glu+염화금산용액(pH 7, 금농도  $10\mu\text{g/mL}$ , Glu 5g/L)에 각이한 량의 과산화수소를 넣으면서 시간에 따르는 금농도를 측정하였다.(그림 2)

그림 2에서 보는바와 같이 시간에 따라 금농도가 점차 감소하지만 과산화수소를 첨가하지 않았을 때보다 안정성이 매우 높다. 이 경향성은 과산화수소량이 많아짐에 따라 더 세다. 이것은 금용액에 산화성분위기를 조성하면 용액의 안정성을 일정한 정도로 보장할수 있다는것을 보여준다

맑은 유리병과 밤색병에 Glu+염화금산용액(pH 7, 금농도  $10\mu\text{g/mL}$ , Glu 5g/L)을 넣고 시간에 따르는 금농도변화를 측정한 결과는 그림 3과 같다.

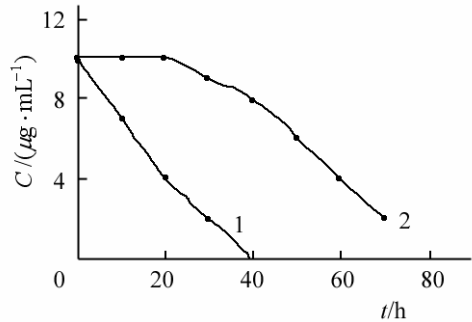


그림 1. 시간에 따르는 금농도변화  
1-염화금산용액, 2-Glu+염화금산용액

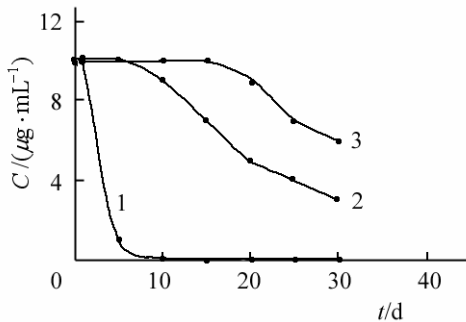


그림 2. 시간에 따르는 금농도변화  
1-3은 과산화수소량이 각각 1, 2, 3mL인 경우

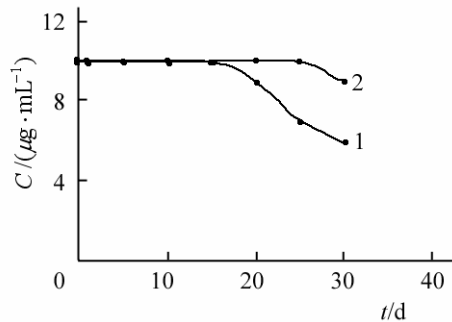


그림 3. 시간에 따르는 금농도변화  
1-맑은 유리병, 2-밤색병

그림 3에서 보는바와 같이 Glu+염화금산용액에서 금농도변화에 햇빛의 영향이 많이 작용한다는것을 알수 있다. 이상의 결과로부터 음료용금수는 두가지 방법으로 제조할수 있다.

단체형의 음료용금수 먼저 용융한 금정을 얇게 편 다음 질산에 넣어 끓이고 세척, 건조, 평량한다. 시료의 3배(체적) 되게 왕수를 넣고 끓이면서 거의 마를 정도로 되면 염산 1mL를 넣어 과잉의 질산을 제거한다.(2회반복) 다음 수욕조에서 일정한 정도로 농축한다. 이 용액을 금농도가  $10\mu\text{g/mL}$  되게 희석하면서 염산으로 pH를 2정도로 맞춘다. 여기에 Glu의 농도가 5g/L 되게 Glu를 넣어준다. 다음 가성소다를 넣어 pH=7로 조절한다. 마지막으로 과산화수소를 1mL/L 되게 넣어준다. 이 용액을 빠른 시간동안 려과하고 밤색용기에 넣어 보관한다.

혼합형의 음료용금수 먼저 우와 같은 방법으로 pH=1인 Glu+염화금산용액을 만든다. 가성소다용액을 따로 준비한다. 두 용액을 리용하는 순간에 섞는다.

단체형의 음료용금수는 일정한 기간이 지나면 안정성이 떨어지게 된다. 그러나 혼합형의 음료용금수는 보관기일에는 관계없이 임의의 순간에 리용할수 있는 우점이 있다.

### 맺는 말

동이나 팔라듐, 금은 Gly 및 Glu와 착화합물을 형성하며 아미노산계 금속화합물은 pH 7에서 염화금산용액보다 더 안정하다. Glu+염화금산용액은 과산화수소를 첨가하거나 밤색병에 보관할 때 안정성이 보다 높아진다.

### 참고 문헌

- [1] 리치수; 금속식제련화학의 기초, 김일성종합대학출판사, 79~94, 주체97(2008).
- [2] V. F. Natalya et al.; Hydrometallurgy, 101, 28, 2010.
- [3] Oktay Celep et al.; Hydrometallurgy, 105, 234, 2011.
- [4] T. L. Deng et al.; Minerals Engineering, 14, 263, 2001.

주체105(2016)년 3월 5일 원고접수

## Manufacture of Drink Water containing Gold using Amino Acid

*Ryu Kum Sik, Kim Kwang Ho*

Copper, palladium and gold constitute complex compounds with Gly or Glu and complex compound of gold and amino acid is more stabilizer than complex compound of gold and chlorine in pH 7. The stabilization of complex compound of gold and Glu increases by adding hydrogen peroxide and keeping in chestnut glassware.

Key words: drink water of gold, Glu, stabilization