

바나딜－포도주산배위화합물의 합성과 그 특성

리옥룡, 봉철웅, 허명철

바나디움을 함유한 유기배위화합물들은 암과 당뇨병치료에 효과가 있을뿐만아니라 심장과 신장보호작용도 하는것으로 하여 이 화합물들에 대한 연구[1－6]가 광범히 진행되고있다. 그러나 청량음료와 과자를 비롯한 식품생산에 널리 이용되는 포도주산을 배위한 바나딜화합물에 대한 연구결과는 발표된것이 거의 없다.

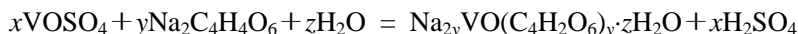
우리는 원료원천이 풍부한 포도주산을 배위한 바나딜－포도주산배위화합물을 합성하고 그 특성을 밝혔다.

실험 방법

25℃에서 0.650mol/L 류산바나딜 용액 41.60mL에 포도주산나트륨($\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$) 2.573g을 증류수에 풀어 천천히 첨가하고 20% NaOH용액으로 pH를 10으로 맞춘다. 다음 온도가 50℃인 항온수욕에서 교반하면서 2h동안 반응시킨다. 이때 생기는 청색의 용액에 아세톤 50mL를 넣으면 청색침전물이 앙금앉는다. 이것을 여과하고 SO_4^{2-} 이 검출되지 않을 때까지 아세톤으로 여러번 세척한 다음 온도가 90℃인 건조로에서 30min동안 건조시킨다.

생성물의 거름률은 82.04%이다.

반응식은 다음과 같다.



앙금물질의 구조를 푸리에변환적외선분광기(《FTIR－8101》)로 분석하였다.

앙금물질에 들어있는 VO^{2+} 의 함량은 분광광도법으로 결정하였다. 앙금물질 0.200g을 삼각플라스크에 넣고 증류수 10mL에 푼 다음 질은 류산 1mL를 넣어 분해시켰다. 증류수로 시료용액 25.00mL를 제조하고 5배 희석시켰다. 시료용액의 흡광도를 자외가시선분광광도계(《UV－2201》)로 763.9nm에서 측정하여 VO^{2+} 의 함량을 결정하였다.

류산바리움침전법으로 앙금물질을 분석한 결과 SO_4^{2-} 은 함유되어있지 않았다.

Na^+ 의 함량은 불길광도법으로, H_2O 의 함량은 열무게분석법으로 결정하였다.

포도주산이온의 함량은 VO^{2+} , Na^+ 및 H_2O 의 함량분석결과에 기초하여 계산하였다.

실험결과 및 고찰

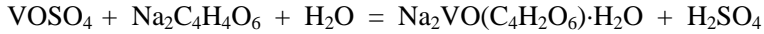
앙금물질에 함유되어있는 성분들의 함량분석결과는 표 1과 같다.

표 1. 앙금물질에 함유되어있는 성분들의 함량분석결과

구분	VO^{2+}		Na^+		SO_4^{2-}		$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6^{4-}$		H_2O	
	실험값	계산값	1	2	1	2	1	2	1	2
함량/%	27.1	24.2	17.1	16.6	0	0	49.5	52.7	6.30	6.50
물질량/($\cdot 10^{-2}$ mol)	0.404	0.361	0.743	0.721	0	0	0.339	0.361	0.350	0.361

표 1로부터 양금물질에 들어있는 성분들의 물질량비는 $\text{Na}^+ : \text{VO}^{2+} : \text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6^{4-} : \text{H}_2\text{O} = 1.83 : 1 : 0.839 : 0.866$ 이다. 따라서 양금물질의 화학조성은 $\text{Na}_2\text{VO}(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6) \cdot \text{H}_2\text{O}$ 이다.

이로부터 반응식을 다음과 같이 쓸수 있다.



다음으로 얻어진 양금물질의 IR 흡수스펙트르를 반응출발물질로 리용한 포도주산나트륨의 IR 흡수스펙트르와 비교하여 해석하였다.(표 2)

표 2. 포도주산나트륨과 양금물질의 IR 흡수스펙트르해석결과(cm^{-1})

화합물	V=O기의 신축진동	COO ⁻ 의 비대칭 신축진동	COO ⁻ 의 대칭 신축진동	OH기의 신축진동
포도주산나트륨	—	1 740	—	650(수소결합)
양금물질	973강	1 650	1 430강	—

표 2에서 보는바와 같이 양금물질에서는 $1\,430\text{cm}^{-1}$ 에서 COO⁻의 대칭신축진동에 해당하는 센 흡수띠가 나타나지만 포도주산나트륨에서는 나타나지 않는다. 바나딜-말론산배위화합물에서는 이 흡수띠가 $1\,593\text{cm}^{-1}$ 에서 나타난다. 이것은 포도주산의 COO⁻이 바나딜이온에 배위된다는것을 보여준다.

또한 포도주산나트륨에서는 650cm^{-1} 에서 수소결합한 OH기의 신축진동에 해당하는 넓은 흡수띠가 나타나지만 양금물질에서는 나타나지 않는다. 이것은 OH기가 바나딜이온에 배위되든가 탈프로톤화되기때문이다.

양금물질에서는 973cm^{-1} 에서 V=O기의 신축진동에 해당하는 세고 넓은 흡수띠가 나타나며 VOSO₄에서는 $1\,003\text{cm}^{-1}$ 에서, 바나딜-말론산배위화합물에서는 $950, 995\text{cm}^{-1}$ 에서 나타난다. 이것은 VO²⁺이 포도주산이온 또는 물분자에 의하여 배위되면서 V-O사이의 신축진동이 약해지기때문이다.

이로부터 양금물질에서 포도주산이온의 OH기와 COO⁻의 산소원자는 VO²⁺에 배위되어있으며 H₂O도 배위결합에 참가한다고 볼수 있다.

다음으로 양금물질의 VIS 흡수스펙트르를 류산바나딜의 VIS 흡수스펙트르와 비교하여 해석하였다.(그림 1)

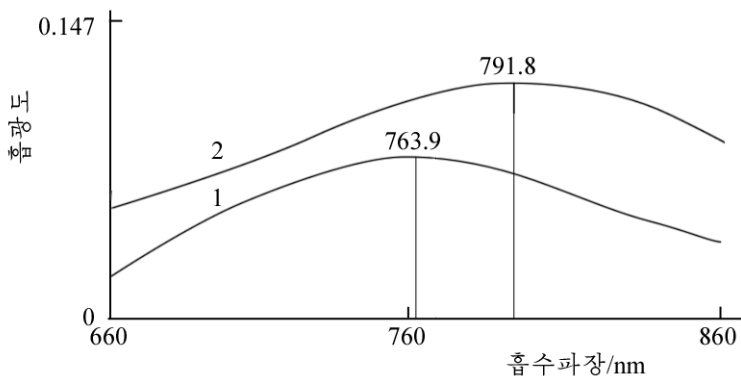


그림 1. 류산바나딜(1)과 양금물질(2)의 VIS 흡수스펙트르

그림 1에서 보는바와 같이 양금물질의 최대흡수봉우리는 791.8nm 에서 나타나지만 류산바나딜에서는 763.9nm 에서 나타난다.

VO(Asp)·2H₂O, VO(Alg)·3H₂O, Na₂[(VO)₂(Mal)(SO₄)₂(H₂O))]에서는 최대흡수봉우리가 각

각 831.5, 750.0, 800.1nm에서 나타난다. 따라서 양금물질($\text{Na}_2\text{VO}(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6) \cdot \text{H}_2\text{O}$)은 배위화합물이라는것을 알수 있다.

양금물질에 대한 열무게분석결과에 의하면 327°C 에서 물분자 1개에 해당하는 탈리가 일어났다. 따라서 1개의 물분자는 바나딜이온에 배위되었다고 볼수 있다.

분광학적 및 열무게분석자료들로부터 양금물질의 배위결합구조는 그림 2와 같다.

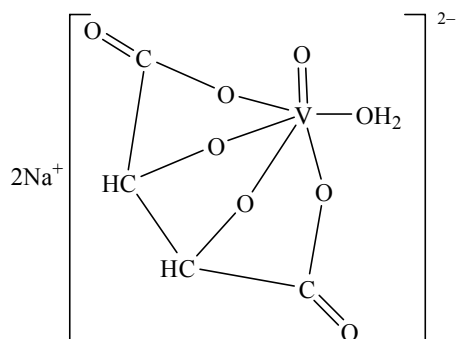


그림 2. $\text{Na}_2[\text{VO}(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6)\text{H}_2\text{O}]$ 의 배위결합구조

그림 2에서 보는바와 같이 바나딜-포도주산배위화합물은 포도주산이온의 카르복실라트와 탈프로톤화된 수산기의 O, 물분자의 O원자가 VO^{2+} 에 5원, 6원 및 7원고리형태로 각각 배위된 $\text{VO}(\text{O}_5)$ 형 찌그러진 8면체6배위구조를 이룬다.

맺는 말

$\text{Na}_2\text{VO}(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6) \cdot \text{H}_2\text{O}$ 의 조성을 가지는 바나딜-포도주산배위화합물을 합성하고 분광학적 및 열무게분석법으로 배위결합구조를 예측하였다.

참고 문헌

- [1] 리옥룡; 과학기술전당통보, 1773, 주체109(2020).
- [2] S. Liu; Carbohydrate Polymers, 121, 86, 2015.
- [3] J. Korbecki; Acta Biochim. Pol., 59, 2, 195, 2012.
- [4] J. Y. Guo; Evid Based Complement Alternat Med., 7, 3, 387, 2010.
- [5] J. L. Domingo; Food and Chemical Toxicology, 95, 137, 2016.
- [6] L. Y. Tang; Nutr. Cancer, 64, 3, 368, 2012.

주체110(2021)년 4월 5일 원고접수

Synthesis of Vanadyl-Tartrate Coordination Compound and Its Properties

Ri Uk Ryong, Pong Chol Ung and Ho Myong Chol

We newly synthesized vanadyl-tartrate coordination compound of composition $\text{Na}_2\text{VO}(\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6) \cdot \text{H}_2\text{O}$ and established the synthetic method. The vanadyl-tartrate coordination compound has distorted six-coordinated octahedral structure of $\text{VO}(\text{O}_5)$ type.

Keywords: vanadyl-tartrate coordination compound, synthesis