

비색법에 의한 김치속의 젖산의 정량

김 동 일

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《예로부터 우리 나라의 어느 지방에서나 다 담그어먹는 김치를 장려하고 그 가공기술을 발전시켜야 합니다. 김치는 조선사람들 누구나 다 일상적으로 제일 즐겨먹는 부식물로서 맛이 좋고 영양학적가치가 높으며 식욕을 돋구어주는 특색있는 민족료리의 하나입니다.》(《김정일선집》 증보판 제23권 162페이지)

김치는 우리 민족의 고유한 전통음식으로서 맛이 좋고 영양학적가치가 높은 건강식품이다. 김치의 질을 평가하는데서 기본은 김치의 발효, 숙성 등 생산공정에서 젖산변화량을 신속정확히 분석하는것이다.

김치를 비롯하여 식료품속에서 젖산을 분석하기 위한 고속액체크로마토그래프법, 기체크로마토그래프법, 간접원자흡광분석법, 푸리에변환적외선분석법, 화학분석법 등이 널리 이용되고있다.[2-5]

우리는 감도와 선택성이 높은 비색법으로 김치속에 들어있는 젖산의 최적분석조건을 확정하고 새로 만든 김치종합분석기에서 분석하기 위한 연구를 하였다.

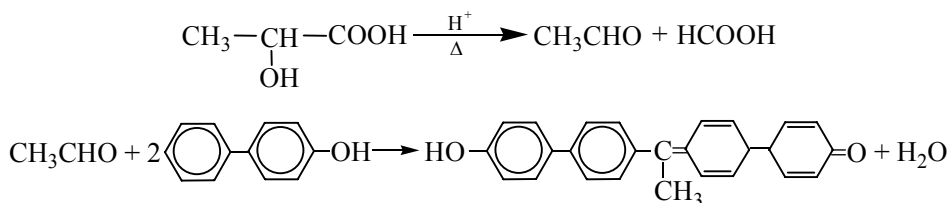
실험 방법

기구로는 자외가시선분광광도계(《UV-2201》), 김치종합분석기, 과즙기, 원심분리기(《Allegrax-12 Centrifuger》), 항온수욕조(《DC-8006》)를, 시약으로는 1mg의 젖산표준용액(분석순의 젖산리튬 1.065 8g을 증류수에 풀어서 1 000mL로 맞춘것), 2% *p*-히드록시디페닐용액(분석순의 *p*-히드록시디페닐 0.2g을 5% 수산화나트륨용액 10mL에 푼것), 5% 수산화나트륨용액, 4% 류산동용액, 질은류산, 50% 트리클로로초산용액(트리클로로초산 50g을 증류수 100mL에 푼것), 수산화칼슘(고체), 2차증류수를 이용하였다.

일정한 량의 젖산표준용액 또는 시료용액을 시험관에 넣고 여기에 4% 류산동용액 0.05mL를 넣은 후 얼음물속에서 흔들면서 6mL의 질은류산을 방울방울 떨어뜨린다. 다음 끓는 물속에 정확히 5min동안 잠근 후 찬물에서 20℃이하로 냉각한다. 냉각후 *p*-히드록시디페닐용액 0.1mL를 넣고 잘 흔들어 균일하게 분산시킨다. 인차 약 30℃의 항온수욕조에 30min동안 잠그었다가 정확히 90s동안 끓는 수욕에 담근 후 찬물에서 냉각하여 발색시킨다.[1] 560nm에서 시약공백을 비교용액으로 하여 발색된 용액의 흡광도를 5h내에 측정한다.

실험결과 및 해석

류산동의 존재하에서 젖산은 질은류산에 의하여 초산알데히드로 분해된다.
p-히드록시디페닐에 의한 젖산의 발색반응은 다음과 같다.



분해된 초산알데히드는 *p*-히드록시디페닐 두 분자와 반응하여 형성되는 키노이드구조의 발색단에 의하여 색을 띠게 된다.

흡수스펙트럼 키노이드형화합물용액의 가시선 흡수스펙트럼은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 형성된 화합물용액의 최대 흡수파장은 560nm이며 이 파장에서 젖산의 양이 증가함에 따라 흡광도는 커진다.

그러므로 젖산의 정량은 우선 젖산을 초산알데히드로 분해시키고 다음 *p*-히드록시디페닐로 발색시킨 후 용액의 흡광도를 측정하는 방법으로 진행할 수 있다는 것을 알 수 있다.

젖산분해반응과 발색반응에 미치는 인자들의 영향 류산 등의 존재하에서 젖산을 초산알데히드로 분해시킬 때 젖산의 양을 10 μg 으로 고정시키고 질은류산의 양(mL)과 분해시간에 따르는 용액의 흡광도변화를 고찰하였다.(그림 2, 3)

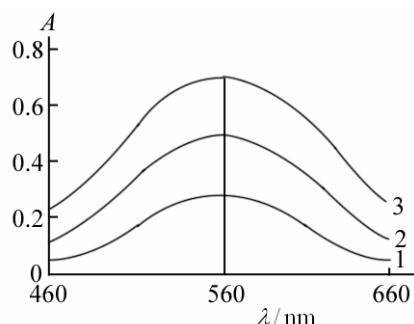


그림 1. 키노이드형화합물용액의 가시선 흡수스펙트럼
1-3은 젖산의 양이 각각
2, 4, 6 μg 인 경우

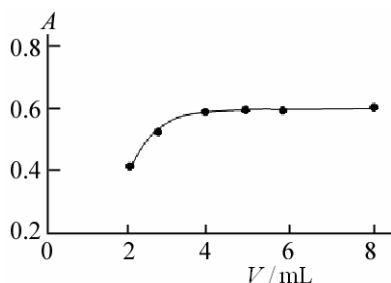


그림 2. 질은류산의 양에 따르는 용액의 흡광도변화

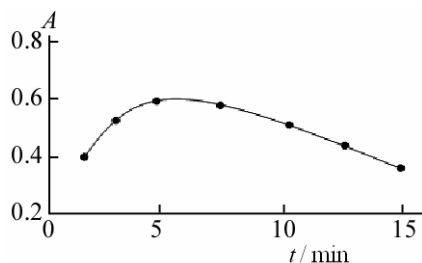


그림 3. 분해시간에 따르는 용액의 흡광도변화
분해온도 100 $^{\circ}\text{C}$

그림 2에서 보는바와 같이 질은류산의 양이 증가함에 따라 흡광도가 커지다가 4mL 이상에서는 거의 변하지 않는다. 한편 그림 3에서 보는바와 같이 분해시간이 증가함에 따라 흡광도가 커지다가 5min에서 최대로 되었으며 그 이상에서는 점차 작아졌다.

이것은 젖산의 분해반응이 끓는 수욕에서 5min동안 반응시키면 충분하며 그 이상 반응시킬 때 흡광도가 작아지는것은 생긴 초산알데히드가 증발되기때문이라는 것을 알 수 있다.

초산알데히드의 끓음점은 낮으며 발색반응은 일정한 온도를 요구한다. 그러므로 우리는 젖산을 초산알데히드로 분해시킨 다음 발색시약을 넣고 30 $^{\circ}\text{C}$ 의 수욕에서 30min간 방치한 후 끓는 수욕에서 반응시간을 변화시키면서 흡광도를 측정하였다.(그림 4)

그림 4에서 보는바와 같이 끓는 수욕에서 90s이상 반응시키고 방온도까지 냉각시킨

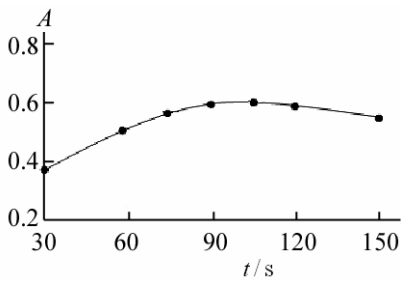


그림 4. 발색반응에 미치는
반응시간의 영향
젖산의 량 $10\mu\text{g}$

후 흡광도를 측정할 때 흡광도값이 최대로 된다는것을 알 수 있다.

한편 발색된 용액의 색안정성을 검토하였는데 5h동안 흡광도에서 변화가 없었다.

젖산분석에 영향을 주는 단백질은 트리클로로초산으로, 당은 류산동과 수산화칼슘으로 제거하였다.

검량선 확립한 젖산정량방법의 검량선선형구간은 $0.1 \sim 45\mu\text{g/mL}$ 이고 검량선의 회귀방정식은 $A=1.549C_{\text{젖산}}-3.81$ 이며 회귀결수는 0.998이다.

방법의 상대표준편차는 5.5%(젖산의 농도 $3\mu\text{g/mL}$, $n=5$)이하이며 정량아래한계는 $0.02\mu\text{g/mL}$ 이다.

대상물분석 김치시료 10g을 정확히 저울질하여 과즙기에서 분쇄한 후 내용물을 100mL 눈금플라스크에 넣고 눈금까지 증류수를 넣는다.

10~20min동안 방치한 후 상등액 10mL와 50% 트리클로로초산용액 0.5mL를 원심분리관에 넣고 10min간 방치한 후 5 000r/min에서 5min동안 원심분리한다. 일정한 량의 상등액을 원심분리관에 넣고 20% 류산동용액 0.5mL와 1g의 수산화칼슘을 넣고 증류수를 넣어 10mL 되게 한 다음 20min동안 방치하였다가 5 000r/min에서 5~10min동안 원심분리하고 그것의 상등액을 시료용액으로 한다. 이 용액의 일정한 량을 취하여 우의 실험방법대로 조작하여 김치속에 들어있는 젖산을 김치종합분석기와 분광광도계를 리용하여 분석한 결과를 비교하였다.(표)

표. 김치속의 젖산정량결과

종류	분광광도계		김치종합분석기	
	젖산함량/%	변동결수/%	젖산함량/%	변동결수/%
통배추김치	0.45	2.2	0.43	5.2
깍두기	0.46	2.8	0.47	5.4
어린이김치	0.48	3.2	0.46	4.9
총각김치	0.45	2.2	0.45	4.8
동치미	0.44	4.7	0.43	3.9
양배추김치	0.41	5.1	0.42	2.9

표에서 보는바와 같이 두 분석기대를 리용하여 분석한 결과 $F_{(3, 3, 0.05)}=9.28>F_0=4.29$, $t_{(3, 3, 0.05)}=2.44>t_0=0.8$ 로서 정밀도와 정확도에서 차이가 없으며 변동결수는 5.5%이하였다.

맺 는 말

p-히드록시디페닐을 리용하여 비색법으로 김치속의 젖산을 정량하기 위한 분석방법을 확립하고 김치종합분석기에 도입하여 여러 종류의 김치에서 젖산을 변동결수 5.5%이하로 정량할수 있다는것을 밝혔다.

참 고 문 헌

- [1] 조선민주주의인민공화국 국규 8646-9 : 2002.
- [2] Zhe Xu et al.; Anal. Chem., **82**, 2113, 2010.
- [3] Y. Shapovalova et al.; European Journal of Cancer Supplements, **13**, 2, 49, 2015.
- [4] Tamami Haraguchi et al.; Chemical and Pharmaceutical Bulletin, **64**, 14, 2016.
- [5] 渠琛玲 等; 食品工业科技, **32**, 7, 432, 2011.

주체108(2019)년 7월 5일 원고접수

Determination of Lactic Acid in Kimchi by Colorimetry

Kim Tong Il

We established the analytical method of lactic acid using *p*-hydroxydiphenyl by colorimetry. The decomposition reaction of lactic acid was performed at 100°C for 5min and the coupling reaction was performed at 100°C for 90s.

We analyzed lactic acid in various kinds of kimchi by using kimchi panalyzor and the coefficient of variation was 5.5%.

Key words: lactic acid, kimchi