

12. ビタミンCの定量分析

1. 目 的

最近、ビタミンCを含んでいる飲料水が数多く出回っている。そこで、各種飲料水について、ラベルに表示されているだけのビタミンCが含まれているかどうかを滴定により確認することにした。また、参考のためにビタミンCが多く含まれていると言われている柑橘類についても測定することにした。

2. 準 備

器 具 ビュレット、ホールピペット、メスフラスコ、コニカルビーカー、ビーカー、ガスバーナー、乳鉢、スタンド、ガラス棒、三脚、ろうと、メスシリンダー、ガーゼ

薬 品 メタリン酸 HPO_3 、ヨウ素酸カリウム KIO_3 、ヨウ化カリウム KI 、
L-アスコルビン酸 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ 、デンプン、
2,6-ジクロロフェノールインドフェノール色素溶液

材 料 CCレモン、C1000タケダ、デカビタC、ビタミンパーラー、ファイブミニ、
みかん、いよかん、イチゴ、きんかん、ネーブル、レモン

3. 測定原理および方法

インドフェノールは、酸性水溶液中でビタミンCによって還元され、紅色から無色になるので、一定量の2,6-ジクロロフェノールインドフェノール色素溶液に、ビタミンCを滴下し、そのときの滴定値を比較することによりビタミンCの濃度を求めることができる。この実験では、標準ビタミンC溶液の濃度(A)を測定し、インドフェノール反応を行い、反応に要する標準ビタミンCの体積(B)を求めた。また、ジュースなどの試料とメタリン酸の検液をインドフェノール液に滴下し、反応に要する検液の体積(D)を求めた。検液のビタミンC溶液の濃度(C)は、 $AB=CD$ という式が成り立つことにより、 $C=AB/D$ で決まる。(式のA、B、C、Dは文中の記号を表す。)

(1) 試薬の作り方

ア. メタリン酸25gを蒸留水に溶かして500mlにする。(5%メタリン酸水溶液)

イ. アを400mlとり、蒸留水に溶かして1000mlにする。(2%メタリン酸水溶液)

(ア、イともにポリ瓶に保存する。)

ウ. ヨウ素酸カリウム0.357gを蒸留水に溶かして全量100mlとし、褐色瓶に保存する。

($1.67 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ (0.1規定)ヨウ素酸カリウム水溶液)

エ. ウを1ml取り、蒸留水を加えて100mlにする。

($1.67 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ (0.001 規定) ヨウ素酸カリウム水溶液)

オ. ヨウ化カリウム 0.6 g を蒸留水に溶かして 10 ml にする。(6 % ヨウ化カリウム水溶液)

カ. デンプン 1 g を蒸留水に加えて混ぜ、蒸留水の熱湯 200 ml を加えて透明になるまで煮沸する。(デンプン溶液)

キ. L-アスコルビン酸約 40 mg をメタリン酸に溶かして 1000 ml にする。

(標準ビタミン C 溶液)

ク. 2,6-ジクロロフェノールインドフェノールのナトリウム塩約 6 mg を蒸留水 400 ml に溶かし、褐色瓶に保存する。(インドフェノール液)

注) 5 % メタリン酸水溶液は大量に使うため、アにおいて大量に作っておく。

(2) 標準ビタミン C 溶液の濃度測定

ア. 標準ビタミン C 溶液 5 ml を正確にはかりとる。

イ. ア をコニカルビーカーに入れ、ヨウ化カリウム溶液 0.5 ml を入れる。

ウ. デンプン液を 10 滴加えてよくかき混ぜる。

エ. $1.67 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ ヨウ素酸カリウム水溶液をウの液に滴下し、はっきりと青色を確かめる 1 滴前を終点とする。滴下したヨウ素酸カリウム溶液の体積を $V [\text{ml}]$ とする。

ここでの反応は $\text{KIO}_3 + 5\text{KI} + 6\text{HPO}_3 \rightarrow 3\text{I}_2 + 6\text{KPO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \cdots \text{I}$

$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 + \text{I}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 + 2\text{HI} \cdots \text{II}$

(3) 色素溶液の検定

インドフェノール液 5 ml に (2) のエで濃度決定した標準ビタミン C 溶液を滴下し、紅色が消える点を終点とする。滴下した標準ビタミン C 溶液の体積を $B [\text{ml}]$ とする。

(4) 検液の検定

ア. (試料) : (5 % メタリン酸水溶液) : (蒸留水) = 1 : 4 : 5 の比で混合し検液とする。

[試料について]

※ ジュースはそのまま使用した。

※ [1] 果物はまず可食部を取り出し、その重さを測定する。

[2] ふきんに包んでしぼり、出てきた果汁の体積を測る。

イ. インドフェノール 5 ml に (ア) の検液を滴下して紅色の消える点を終点とし、滴下した検液の体積を $D [\text{ml}]$ とする。

4. 結 果

(1) 計算方法

◎ 標準ビタミンC (L-アスコルビン酸 $C_6H_8O_6$) 溶液の濃度 (A) は「3の(2)の標準ビタミンC溶液の濃度測定」の実験結果と化学反応式Ⅰ及びⅡを用いて計算する。

※ 標準ビタミンC溶液の濃度を A [mg/ml] とする。

※ 標準ビタミンC溶液 5 mlと過不足なく反応する $1.67 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ ヨウ素酸カリウム水溶液の体積を V [ml] とする。

$1.67 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$ ヨウ素酸カリウム水溶液 1 mlには0.0357mgの KIO_3 が溶けている。3の(2)の化学反応式ⅠとⅡ×3よりヨウ素酸カリウム (KIO_3) 1 molとL-アスコルビン酸 ($C_6H_8O_6$) 3 molは過不足なく反応するので次のような式が成り立つ。

[分子量 $KIO_3=214$ $C_6H_8O_6=176$]

$$0.0357 V : 5 A = 214 : 176 \times 3 \rightarrow A [\text{mg/ml}] = (V/5) \times 0.088$$

(2) 測定結果 ★標準ビタミンC液の濃度

	1回目	2回目	3回目	平均
ヨウ素酸カリウム水溶液 [ml]	2.36	2.30	2.31	2.32

$$A [\text{mg/ml}] = (2.32/5) \times 0.088 = 0.041 [\text{mg/ml}]$$

	1回目	2回目	3回目	平均
標準ビタミンC溶液 [ml]	1.15	1.25	1.20	1.20

$$B [\text{ml}] = 1.20 [\text{ml}]$$

☆試料ビタミンC溶液の濃度

検液のビタミンC溶液濃度 (C) は $C = AB/D$ で示されるが、試料検液中に1/10しか含まれていないので、試料中のビタミンC濃度は $10C = 10 \times (AB/D)$ [mg/ml] となる。

A、Bの結果と合わせると試料のビタミンC濃度は $10 \times (0.041 \times 1.20/D) = 0.492/D$ [mg/ml] 。

測定値 (D) の結果

	1回目	2回目	3回目	平均
C. Cレモン	0.21	0.18	0.14	0.18
C1000タケダ	0.05	0.07	0.11	0.08
ビタミンパーラー	1.54	1.56	1.63	1.58
デカビタC	0.47	0.38	0.37	0.41
ファイブミニ	0.20	0.12	0.15	0.16
みかん	1.99	2.08	2.05	2.04
いちご	0.65	0.55	0.59	0.60

(単位… [ml])

測定値（D）の結果

	1 回目	2 回目	3 回目	平 均
いよかん	1.41	1.42	1.45	1.43
きんかん	1.60	1.69	1.69	1.66
ネーブル	1.07	1.10	1.11	1.09
レモン	0.79	0.86	0.73	0.79

(単位… [mL])

▽試料のビタミンC濃度と100 [mL] あたりのビタミンCの質量（ジュース）

試料名	滴下量 [mL] * 1	ビタミンCの濃度 [mg/mL] * 2	ビタミンCの質量 [mg] * 3	表示値 [mg] * 4
C.Cレモン	0.18	2.73	273	283
C1000タケダ	0.08	6.41	641	714
ビタミンパーラー	1.58	0.31	31	30
デカビタミン	0.41	1.20	120	95
ファイブミニ	0.16	3.07	307	300

▽試料のビタミンC濃度と可食部100 gあたりのビタミンCの質量（果物）

試料名	滴下量 [mL] * 1	ビタミンCの濃度 [mg/mL] * 2	果汁の体積 [mL] * 5	ビタミンCの質量 [mg] * 6
みかん	2.04	0.24	63.0	15.1
いちご	0.60	0.82	49.6	40.7
いよかん	1.43	0.34	57.0	19.4
きんかん	1.66	0.30	72.8	21.8
ネーブル	1.09	0.45	44.0	19.8
レモン	0.79	0.62	54.4	33.7

*1 検液の滴下量（D）の平均

*2 検液のビタミンC濃度： $0.049/D$

*3 検液のビタミンCの質量 [mg]： $*2 \times 100$

*4 ジュースのラベル表示値（100mLあたりのビタミンCの質量）

*5 試料の可食部100 gあたりの果汁の体積

*6 試料の可食部100 gあたりのビタミンCの量

※食品成分表によると果物可食部100gに含まれるビタミンCの質量はそれぞれ下記のようになる。

みかん … 35g	いよかん … 35g	きんかん … 43g
いちご … 80g	ネーブル … 60g	レモン … 90g

5. 考 察

測定の結果によると、ジュースに含まれるビタミンCの質量と、ジュースのラベルに表示されている値はかなり近いことが分かった。しかし、果物の測定では成分表の値との誤差が非常に大きかった。誤差の原因は、可食部だけを取り出し、ガーゼでしぼって果汁を取り出したため、ガーゼに果汁が残ったり、時間の経過にしたがってビタミンCが酸化されたこと、そして実験に使った果物が旬のものでもなかったり、取れたてでなかったことなどが考えられる。

6. 参 考

(1) ビタミンCの性質

ビタミンCは化学名L-アスコルビン酸といい、酸味を有する無色の柱状結晶で、融点は190~192℃で、水、メタノール、エタノールによく溶ける。ベンゼン、エーテル、クロロホルム、脂肪などには溶けない。結晶は乾燥状態では安定であるが、湿気を吸収すると着色して、酸化分解する。(そのため今回の実験では、ビタミンCの含まれている検液の中にメタリン酸を安定剤として加え、ビタミンCの酸化分解を最小限にとどめるようにした。)

(2) ビタミンCの作用

ビタミンCは人間にとって必要な栄養素で、これをとらないと貧血、壊血病、骨の形成不全、成長不良などを起こす恐れがある。また、皮膚をメラニン色素が付着することから守り、シミ、そばかすを防ぐ作用もある。一般の人なら1日65mg、成長期でも100mg摂取すればいいと言われている。ジュースを飲めば、より多く、より簡単に摂取できるが、砂糖の多さなどのことも考えると、やはり、果物や野菜から他の栄養分とともにバランスよく摂取するのが最善だと考えられる。

7. 要 約

ジュース、果物に含まれるビタミンC(L-アスコルビン酸)の量を測定した。インドフェノールは酸性溶液中でビタミンCによって還元されて紅色から無色に変わるので、測定値を比較してビタミンCの量を測定した。結果、ジュースについてはラベル表示のビタミンCの質量と実験値はほぼ一致した。果物に関しては、成分表と比べてそれに近い値は出なかった。

8. 参考文献

化学実験辞典(講談社) 図説 食品成分表(一橋出版)