

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

技高組 成果報告表單

題目(作品)名稱：過關斬將-改良式的過氧化價方法探究

一、摘要

油脂不溶於水溶於有機溶劑，油脂在儲存加工過程中，會產生自氧化作用。起始期生成自由基，連鎖生長期生成氫過氧化物，終止期再分解成醛酮類及低級脂肪酸等揮發性物質而造成油耗味。測定油脂初期氧化指標為過氧化價(peroxide value, POV)，其定義為每 1 公斤油脂中所含氫过氧化物的毫克當量數。氫過氧化氧化物為不穩定物質，隨著氧化反應接近後期，氫過氧化物會裂解成其他的氧化產物，因此，過氧化價低並不表示油脂品質是良好安全的。

油脂「過氧化價」測定為食品檢驗分析丙級技能檢定術科項目之一，「氫過氧化物」使得實驗數據無法準確，若同學在未熟悉實驗情況下練習該題組，大量使用有機溶劑「醋酸：異辛烷」，會造成化學藥品浪費且產生更多廢液，甚至藥品的採購開銷會更大。為了改善此問題，於是探究設計兩種「改良式過氧化價方法」，第一種方法將「醋酸:異辛烷有機溶劑改成「2N 硫酸溶液:異酸烷」，利用原理為氫過氧化物在酸性條件下將碘離子氧化生成褐色碘分子，碘分子再與硫代硫酸根離子進行氧化還原反應，其優點為不會有刺鼻醋酸味、維持反應條件在酸性、實驗數據結果與標準方法無太大差異性」；第二種方法則將油脂樣品先改為碘酸鉀溶液與黃色色素，將醋酸:異辛烷有機溶劑改成 2N 硫酸，其利用原理為碘酸根離子與碘離子在酸性條件下會產生褐色碘分子，碘分子再與硫代硫酸根離子進行氧化還原反應，其優點為不會使用到有機溶劑、可自行設計調配樣品濃度與滴定體積」。

綜合上述，兩種改良式過氧化價方法，可以降低同學在操作過程中刺鼻不適感，先熟悉實驗的原理與滴定顏色變化，再進行標準的過氧化價檢測，進而提升實驗數據的準確度、操作原理、題組的熟練度以及降低了該題組的藥品開銷。未來可將此方法提供給勞動力發展署技能檢定中心修正食品檢驗分析丙級 C-4 題油脂過氧化價測定的藥品替代，減少有機溶劑的使用並達到永續發展目標(SDGs)及減毒節能。

關鍵字:過氧化價、碘分子、改良式

二、探究題目(創意作品)與動機

食品群學生在二年級會考取食品檢驗分析丙級證照，其中 C-4 題目為「油脂過氧化價測定」。實驗過程中會使用大量的有機溶劑「醋酸：異辛烷」，此有機溶劑的味道刺鼻，隨著操作時間久了，會感到不適。藉由改良式的藥品配方，可先讓同學瞭解實驗過程的基

本操作及原理，減少有機溶劑等藥品的用量，待同學們熟悉實驗過程後再使用實際的藥品進行實作，以減少有機廢液產生及節省費用並提升同學對於這道題目的熟練度。

三、探究(創作)目的與假設

(一)探究目的

- 1.減少過氧化價 (POV) 實驗的有機溶劑使用以到永續發展目標(SDGs)。
- 2.尋找技能檢定過氧化價 (POV) 測定的藥品替代方法。
- 3.提供給勞動力發展署技能檢定中心修正食品檢驗分析丙級 C-4 題油脂過氧化價測定的參考。

(二)研究假設

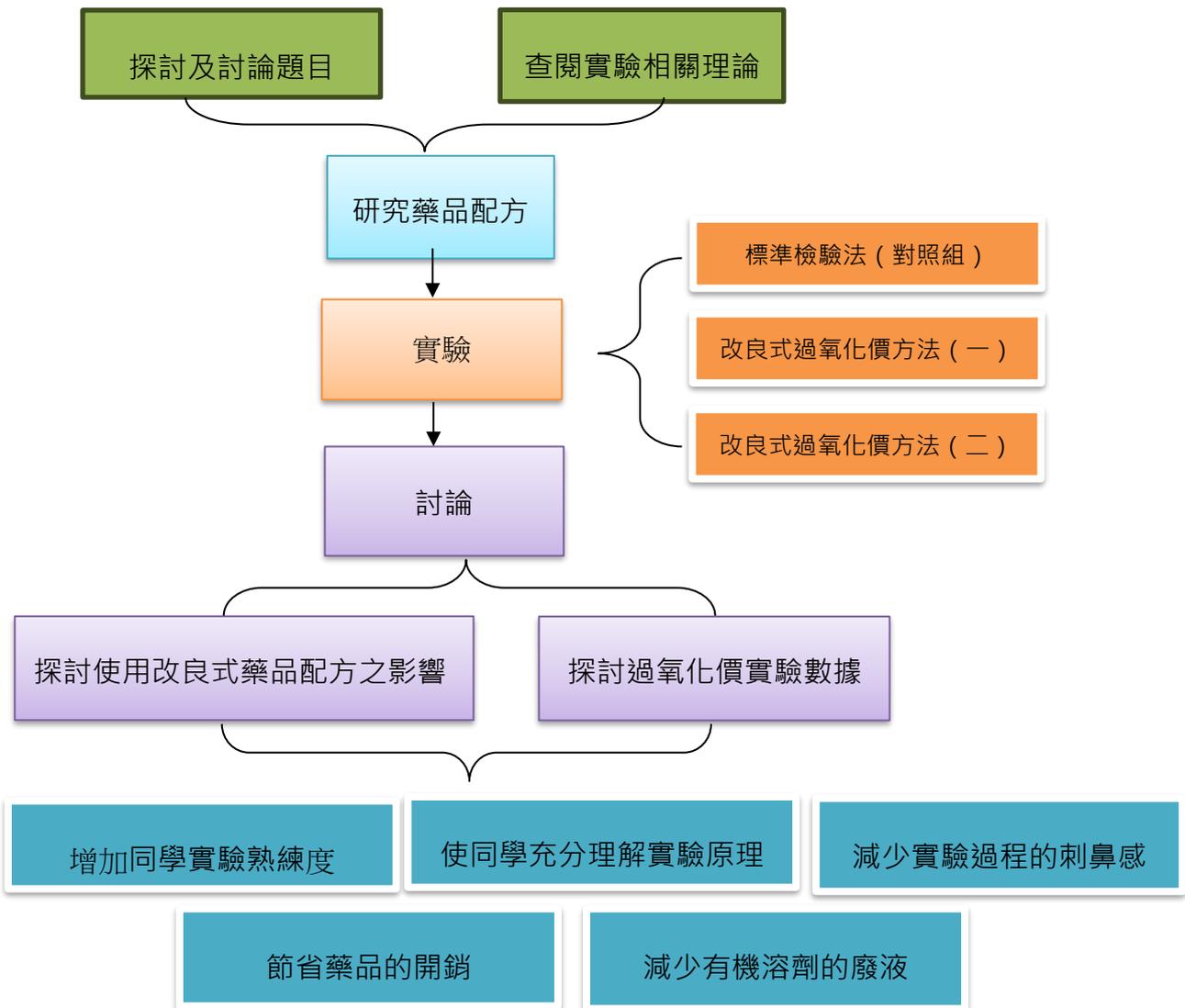
- 1.探究改良式過氧化價 (POV) 的藥品配製，過氧化價測定標準方法為利用油脂氧化初級產物氫過氧化物(ROOH)來氧化碘離子(I⁻)，使其生成褐色碘分子(I₂)，再利用已知力價的硫代硫酸鈉溶液(Na₂S₂O₃)與碘分子氧化還原作用，求出油脂的過氧化價了解樣品的氧化程度。
- 2.改良方法(一)為將醋酸:異辛烷=3:2 改成為 2N 硫酸溶液：異辛烷 = 3：2，假設可減少醋酸刺激味道，與標準方法無太大差異。
- 3.改良方法(二)為沙拉油樣品假設改成 0.04N 碘酸鉀溶液(含微量黃色色素) 5g，利用當量濃度計算可推估滴定體積約在 20mL，將醋酸:異辛烷=3:2、蒸餾水與 10%SDS 溶液改成為 2N 硫酸溶液，維持酸性條件以生成碘液，減少有機溶劑的使用。

表一 改良式過氧化價之藥品配製

檢驗分析丙級之藥品	改良方法(一)	改良方法(二)
沙拉油樣品 5g	沙拉油樣品 5g	0.04N 碘酸鉀溶液(含微量黃色色素) 5g
醋酸：異辛烷 = 3：230mL	2N 硫酸溶液：異辛烷 = 3：2 30mL	2N 硫酸溶液 30mL
飽和碘化鉀 1mL	飽和碘化鉀 1mL	飽和碘化鉀 1mL
蒸餾水 30mL	蒸餾水 30mL	2N 硫酸溶液 30mL
10%SDS 溶液 1mL	10%SDS 溶液 1mL	2N 硫酸溶液 1mL
0.5%澱粉指示劑 1mL	0.5%澱粉指示劑	0.5%澱粉指示劑
0.01N 硫代硫酸鈉溶液	0.01N 硫代硫酸鈉溶液	0.01N 硫代硫酸鈉溶液

四、探究方法(製作原理)與驗證步驟

(一) 探究方法



(二) 驗證步驟

1. 過氧化價測定標準方法

- ① 秤取沙拉油樣品 5g 於磨砂口三角瓶，蓋上蓋子避免油脂氫過氧化物(ROOH)繼續氧化。
- ② 以量筒添加 50mL 醋酸:異辛烷=3:2，目的為使油脂樣品溶解均勻。
- ③ 以刻度吸管加入 1mL 飽和碘化鉀溶液搖動一分鐘，目的為氫過氧化物會將碘離子氧化生成碘分子，反應式為:ROOH+I⁻→I₂。
- ④ 以量筒量取 30mL 蒸餾水，目的為將碘分子萃取到水層終止反應以利與硫代硫酸鈉溶液進行滴定。
- ⑤ 以刻度吸管加入 10%SDS 溶液，目的為乳化油脂。
- ⑥ 以 0.01N 硫代硫酸鈉溶液滴定到淡黃色，再添加 0.5%澱粉指示劑 1mL 會形成藍紫色，目的為避免一開始形成濃稠藍色錯合物不利於滴定終點顏色判斷。

⑦以 0.01N 硫代硫酸鈉溶液滴定到無色，即為滴定終點。

反應式為 $I_2 + S_2O_3^{2-} \rightarrow I^- + S_4O_6^{2-}$ 。

⑧計算過氧化價(POV)。

$$\text{過氧化價(meq/ kg oil)} = \frac{N \times F \times V}{S_w} \times 1000$$

N:硫代硫酸鈉溶液當量濃度(0.01N) F:硫代硫酸鈉溶液力價

V:硫代硫酸鈉溶液滴定體積(mL) Sw:油脂樣品重(g)

1000:單位換算

2.改良式過氧化價測定方法(一)

(1)僅調整標準方法②的醋酸:異辛烷=3:2，調整為 2N 硫酸與異辛烷，目的為減少醋酸刺激味。

(2)其餘方法與條件與標準方法一致。

3.改良式過氧化價測定方法(二)

(1)將標準方法①油脂樣品 5g 改成 0.04N 碘酸鉀溶液(含微量黃色色素)5g，目的為將油脂樣品中的氫過氧化物以碘酸根離子取代。

(2)將標準方法②醋酸:異辛烷=3:2，調整為 2N 硫酸溶液，目的為提供酸性反應條件。

(3)維持標準方法③，加入 1mL 飽和碘化鉀溶液搖動一分鐘，目的為酸性條件下，碘酸根離子與碘離子會氧化生成碘分子，反應式為： $IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$ 。

(4)將標準方法④⑤調整為 2N 硫酸溶液，添加體積不改變，目的為提供酸性反應條件。

(5)維持標準方法⑥⑦⑧，反應式為 $I_2 + S_2O_3^{2-} \rightarrow I^- + S_4O_6^{2-}$ 。

4.過氧化價測定過程以改良式方法(二)為例



秤取油脂樣品 5g(以 0.04N 碘酸鉀溶液取代)



添加 2N 硫酸溶液



搖晃使樣品混和均勻



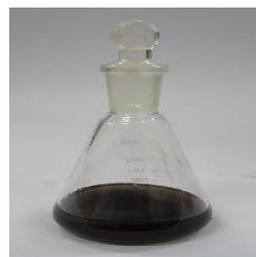
添加飽和碘化鉀溶液



滴定前的顏色



以硫代硫酸鈉滴定至淡黃色



添加澱粉指示劑呈藍紫色



再以硫代硫酸鈉滴定至無色



滴定前後的顏色變化

5. 過氧化價實驗數據比較

項目	過氧化價標準方法	改良方法(一)	改良方法(二)
實驗數據	(1) 油脂樣品: 5.1028g (2) 滴定體積: 6.10mL (3) 油脂過氧化價 $= \frac{0.01N \times 1.05 \times 6.10\text{mL}}{5.1028\text{g}} \times 1000$ = 12.55meq/ kg oil	(1) 油脂樣品: 5.0148g (2) 滴定體積: 7.20mL (3) 油脂過氧化價 $= \frac{0.01N \times 1.05 \times 7.20\text{mL}}{5.1048\text{g}} \times 1000$ = 15.07meq/ kg oil	(1) 油脂樣品: 5.0117g (2) 滴定體積: 29.20mL (3) 油脂過氧化價 $= \frac{0.01N \times 1.05 \times 29.20\text{mL}}{5.1028\text{g}} \times 1000$ = 61.18meq/ kg oil
優點	1. 油脂初期氧化指標。 2. 其數值低並不代表油脂新鮮，氫過氧化物可能已經進一步裂解。 3. 實驗室常見的檢驗方法。 4. 食品檢驗分析丙級技能檢定指定術科項目	1. 以 2N 硫酸溶液取代醋酸，實驗過程較無刺鼻味道。 2. 與標準步驟一樣分析條件，僅改變溶解油脂的藥品配方。 3. 分析數據與原標準方法誤差約 1mL 內，為可接受的滴定誤差範圍。 4. 實驗原理與原標準方法相同	1. 將油脂樣品以碘酸鉀溶液取代，可調配當量濃度與理想滴定體積，不會受到氫過氧化物不穩定的影響。 2. 可應用於技能檢定的藥品替代，得到穩定精確的實驗數據。 3. 將醋酸:異辛烷有機溶劑改以 2N 硫酸溶液取代，減少有機溶劑使用。 4. 實驗原理與原標準方法類似，滴定終點顏色變化較明顯。
缺點	1. 因為油脂不溶於水，所以必須使用醋酸:異辛烷溶解，但味道刺鼻難聞。 2. 產生大量有機溶劑廢液。	1. 與原標準方法無太大差異，仍使用有機溶劑，但無刺鼻味。 2. 有機溶劑的廢液產生 3. 分析成本無太大差異。	1. 非為標準的過氧化價檢驗方法，僅為技能檢定藥品替代而設計。 2. 配藥者須熟悉當量濃度的換算。

	3.分析成本高。		3.分析成本較低。
適用時機	標準方法	改良式的標準方法	取代丙級檢定的替代藥品

五、結論與生活應用

本實驗改良式過氧化價方法，皆利用氧化還原滴定法中的碘滴定原理。藉由「改良式過氧化價」的配方可減少同學在操作過程中的刺鼻感，並瞭解碘滴定法的實驗原理與相關知識。改良方法(一)與標準方法實驗數據結果無太大差異，可作為取代標準方法的參考；改良方法(二)適用在食品檢驗分析丙級技能檢定的藥品替代，可使考場的參考數據精確不受到氫過氧化物的不穩定影響、達到降低有機溶劑的使用，並減少操作過程刺鼻味、降低添購有機溶劑的費用。不論使用改良方法(一)和改良方法(二)，其滴定終點顏色變化明顯(褐色→淡黃色→藍紫色→無色)，滴定體積也明確。

由本實驗結果，未來可提供給提供給勞動力發展署技能檢定中心修正食品檢驗分析丙級C-4 題油脂過氧化價測定的藥品替代，減少有機溶劑的使用以達到永續發展目標(SDGs)，並推廣到有輔導食品檢驗分析丙級的學校，可增加本實驗的學習成效，熟悉過氧化價的碘滴定的原理($\text{ROOH} + \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2$ ， $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{I}_2 + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$)。

參考資料

- 1.劉嘉茹、蔡永祥(2022)。食品化學與分析(下)。佐佑出版社。
- 2.劉嘉茹、蔡永祥(2022)。食品化學與分析實習。(下)。佐佑出版社。
- 3.勞動力發展署技能檢定中心。<https://techbank.wdasec.gov.tw/owInform/TestReferData.aspx>。
- 4.廖建智、蔡永昌(2022)。化學學術科通過寶典。台科大出版社。
- 5.何琪義、孫蓓菁、林宏周。(2022)。食品檢驗分析分析丙級。復文出版社。