

不同調味料對蛋中膽固醇含量的影響

高中組化學科第二名

北一女中

作者：楊婉君

指導教師：周芳妃

一、研究動機

雞蛋的營養價值相當高，因為蛋黃中含有豐富的維生素、微量元素、必需脂肪酸及卵磷質等。中國人的飲食文化中，煮蛋的調味方式變化繁多，口味鮮美。但據報導，一般成年人每日由食物中攝取的膽固醇含量，不宜太多。可是雞蛋價廉物美，不吃實在可惜，於是我們便興起研究不同調味料對蛋中膽固醇含量的影響。

二、研究目的

- (一) 探討不同溫度對蛋品質（外觀顏色、凝固度、彈性等）產生的影響。
- (二) 探討不同調味料對蛋中油溶性物質含量的影響，進一步分析膽固醇含量的變化。

三、研究設備器材

(一) 藥品

1. 雞蛋（購買品牌：高農洗選蛋，630+/-10公克 / 盒）
2. 正戊烷 (n-Pentane) (C_5H_{12})
3. 正己烷 (n-Hexane) (C_6H_{14})
4. 乙酸乙酯 (Ethyl Acetate) ($CH_3COOC_2H_5$)
5. 乙醇 (Ethyl Alcohol) (C_2H_5OH)
6. 鉬磷酸 (Molybdato phosphoric acid hydrate) ($H_3[P(MO_3O_{10})_4]$)
7. 調味料：
 - a. 蒸餾水
 - b. 米酒
 - c. 精鹽
 - d. 砂糖
 - e. 烏醋
 - f. 醬油
 - g. 麥芽糖
 - h. 乳糖
 - i. 蔗糖
 - j. 果糖
 - k. 葡萄糖
 - l. 半乳糖
8. 膽固醇 (cholesterol) ($C_{27}H_{46}O$)
9. 矽膠 (silica gel)

10. TLC片 (thin layer chromatograph)

(二) 器材

1. 螺旋試管
2. 恆溫槽
3. 真空烘箱
4. 索格斯利特連續萃取裝置 (Soxhlet Extractor)
5. 迴旋濃縮儀
6. 高效能液相層析儀 (HPLC)
7. HPLC 折射率偵測器

四、研究過程及方式

一、探討不同溫度之水浴影響蛋外觀之效應

- (一) 取4毫升的蛋白、蛋黃、全蛋 (攪勻)，置於試管中，緊閉螺旋蓋，置於0°C的恆溫槽，30分鐘後取出，觀察試管中之樣品顏色、凝固情形等外觀變化，並測其彈性。
- (二) 重覆步驟 (一)，但將恆溫槽的溫度改為-10°C、10°C、50°C、100°C。

二、建立實驗方法

(一) 收集蛋的油溶性物質

1. 煮蛋，並製成蛋黃粉

(1) 分別配製水溶液於1000毫升的燒杯中。

- A. 蒸餾水，500毫升。
- B. 蒸餾水，500毫升。
- C. 蒸餾水，500毫升。

(2) 於步驟(1)之各燒杯中 (A~C) 分別放入四顆蛋黃，並將燒杯置於100°C之恆溫槽，1小時後取出。

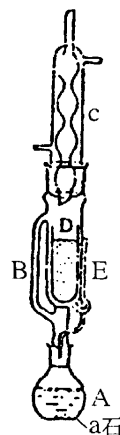
(3) 分別將熟蛋黃攤平於紙盤上，以真空烘箱乾燥成蛋黃粉。

2. 收集蛋黃粉的油溶性物質

(1) 取蛋黃粉20公克，用150毫升的正戊烷於索格斯利特連續萃取裝置中反覆萃取一小時。

[圖 1] 索格斯利特連續萃取裝置

(2) 用迴旋濃縮儀抽掉正戊烷，留下油溶性物質，秤重。



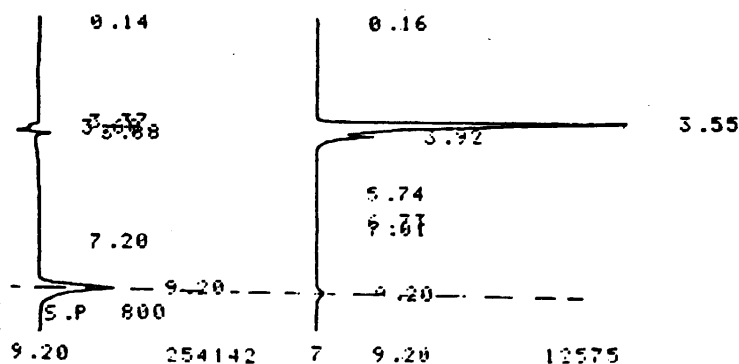
(二) 膽固醇含量的分析

1. 以TLC鑑定膽固醇的成份

- (1) 配製展開液 (乙酸乙酯：正己烷=1:2)。
- (2) 取純的膽固醇0.1公克溶於2毫升的展開液。
- (3) 跑TLC，以顯色劑顯影，算R_f值。
<註1> 顯色劑：2公克鉬磷酸溶於50毫升乙醇。
- (4) 重覆步驟(1)–(3)，但將展開液的比例改為1:3、1:4、1:5、1:6，選擇適當之展開液。
- (5) 重覆步驟(1)–(3)，但將膽固醇改為ABC之油溶性物質，展開液改為乙酸乙酯：正己烷=1:4、1:5、1:6。

2. 以HPLC定量分析膽固醇含量

- (1) 配製展開液 (乙酸乙酯：正己烷=1:5)。
 - (2) 配製已知濃度的膽固醇。
 $0.0113\text{公克} \div \text{分子量}386.66 \div 2\text{毫升} = 1.4612 \times 10^{-2}\text{M}$
 - (3) 取樣品ABC各0.1公克，溶於1毫升展開液中，用矽膠過濾溶液，再取1毫升展開液洗滌瓶子，洗液亦過濾之。
 - (4) 取步驟(2)之膽固醇10 μl ，注入HPLC。
 - (5) 重覆步驟(4)，但將膽固醇改為步驟(3)之樣品ABC。
 - (6) 比較步驟(4)(5)的色層譜，算出各樣品中膽固醇的濃度、含量
- [圖2] 純膽固醇與水煮蛋的膽固醇之HPLC譜圖比較



三、探討不同調味料對蛋中膽固醇含量之影響

重覆實驗二，但將水溶液改為下列六種：

- a. 蒸餾水，500毫升。

- b. 1M鹽水，500毫升。
- c. 1M糖水，500毫升。
- d. 烏醋，250毫升；蒸餾水，250毫升。
- e. 米酒，250毫升；蒸餾水，250毫升。
- f. 醬油，250毫升；蒸餾水，250毫升。

四、探討不同糖類水溶液對蛋中膽固醇含量之影響

重覆實驗二，但將水溶液改為下列六種：

- g. 0.5M麥芽糖_(aq)，500毫升。
- h. 0.5M乳糖_(aq)，500毫升。
- i. 0.5M蔗糖_(aq)，500毫升。
- j. 0.5M果糖_(aq)，500毫升。
- k. 0.5M葡萄糖_(aq)，500毫升。
- l. 0.5M半乳糖_(aq)，500毫升。

五、探討不同糖類水溶液對純膽固醇之影響是否與蛋的成份有關

(一) 未經加熱處理

1. 分別配製水溶液於20毫升的樣品瓶中。
 - g-2. 0.5M麥芽糖_(aq)，5毫升。
 - h-2. 0.5M乳糖_(aq)，5毫升。
 - i-2. 0.5M蔗糖_(aq)，5毫升。
 - j-2. 0.5M果糖_(aq)，5毫升。
 - k-2. 0.5M葡萄糖_(aq)，5毫升。
 - l-2. 0.5M半乳糖_(aq)，5毫升。
2. 於步驟1.之各樣品瓶(g~l)中分別放入0.01公克膽固醇、5毫升正戊烷，振盪30下，靜置到兩相分離。
3. 取上層烷類溶液10 μ l，注入HPLC。
4. 比較各樣品的色層譜圖，算出各樣品中膽固醇的濃度、含量。

(二) 經加熱處理

重覆步驟(一)，但將各樣品瓶(g~l)置於100°C之恆溫槽，1小時後取出才進行後續工作。

五、研究結果

一、探討不同溫度之水浴影響蛋外觀之效應

[表 1] 不同溫度下，蛋的外觀變化

溫度(°C)		顏色	凝固程度	彈性
-10	蛋黃	6	1	O
	蛋白	2	1	X
	全蛋	4	1	X
0	蛋黃	6	0	X
	蛋白	2	0	X
	全蛋	4	0	X
10	蛋黃	6	0	X
	蛋白	2	0	X
	全蛋	4	0	X
50	蛋黃	6	0	X
	蛋白	2	0	X
	全蛋	4	0	X
100	蛋黃	5	1	O
	蛋白	1	1	O
	全蛋	3	1	O

<註2> 顏色：以數字1234表深淺程度，數字愈大顏色愈深。

凝固程度：以數字1234表凝固程度，數字愈大愈接近固體。

彈性：0, X表示有無彈性。

二、建立實驗方法

(一) 收集蛋的油溶性物質

[表2] 水煮蛋中油溶性物質之含量

	A	B	C
萃取物重(公克)	10.73	10.69	10.74

(二) 膽固醇含量分析

1. 以TLC鑑定膽固醇成份

[表3] 膽固醇在不同展開液下的R_f值

<註3> 乙酸乙酯：正己烷=1:X

X	2	3	4	5	6
膽固醇	0.79	0.71	0.51	0.39	0.32

2. 以HPLC分析膽固醇成份

[表4]以HPLC測定樣品的膽固醇含量

	A	B	C	平均
面積	2168	2164	2167	2166.3
濃度	5.9×10^4	5.9×10^4	5.9×10^4	5.9×10^4

三、探討不同烹調料對蛋中膽固醇含量之影響

(一) 收集蛋的油溶性物質

[表5]蛋中油溶性物質之含量

	水	鹽	糖	烏醋	米酒	醬油
萃取物重 (公克)	10.72	10.33	10.99	10.80	10.83	12.70

[表6]各樣品在不同展開液下的Rf值

<註4>乙酸乙酯：正己烷=1:X

X	膽固醇	水	鹽	糖	烏醋	米酒	醬油
4	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.46	0.46
5	0.39	0.41	0.40	0.38	0.35	0.38	0.36
6	0.33	0.34	0.33	0.34	0.34	0.38	0.36

(二) 以HPLC分析膽固醇成份

[表7]以HPLC測定不同樣品的膽固醇含量

	膽固醇	水	鹽	糖	烏醋	米酒	醬油
面積	577757	4513	3612	999	3277	7611	3979
濃度	1.5×10^2	1.1×10^3	9.1×10^4	2.5×10^4	83×10^4	1.9×10^3	1.0×10^3

四、探討不同糖類水溶液對蛋中膽固醇含量之影響

[表8]以HPLC測定不同樣品的膽固醇含量

	水	麥芽糖	乳糖	蔗糖	果糖	葡萄糖	半乳糖
面積	13135	7566	6980	5151	6839	8136	5751
濃度	3.6×10^3	2.1×10^3	1.9×10^3	1.4×10^3	1.9×10^3	2.2×10^3	1.6×10^3

五、探討不同糖類水溶液對純膽固醇之影響是否與蛋的成份有關

(一) 未經加熱處理

[表9]以HPLC測定不同樣品的膽固醇含量

	水	麥芽糖	乳糖	蔗糖	果糖	葡萄糖	半乳糖
面積	15026	15175	14969	15763	14586	15451	15461
濃度	4.1×10^3	4.1×10^3	4.1×10^3	4.3×10^3	4.0×10^3	4.2×10^3	4.2×10^3

(二) 經加熱處理

[表11]以HPLC測定不同樣品的膽固醇含量

	水	麥芽糖	乳糖	蔗糖	果糖	葡萄糖	半乳糖
面積	15312	20810	17834	13250	18305	17398	14580
濃度	4.2×10^3	5.7×10^3	4.9×10^3	3.6×10^3	5.0×10^3	4.8×10^3	4.0×10^3

六、討論及應用

(一) 不同溫度下蛋的變化

1. 由觀察各種溫度下蛋白、蛋黃、全蛋的外觀發現：

蛋在 60°C ~ 80°C 會產生熱凝結現象，故在 100°C 下外觀會有顯著的差異。

(二) 操作方法的修正

1. 每次取四個蛋為一組，所得的結果相近，可說是適當的取樣量。

2. 本實驗採用正戊烷的理由為其較正己烷沸點低且膽固醇在其中溶解度高。

3. 因濃縮油溶性物質時，易使膽固醇分布不均，故後來改為不濃縮。

4. 膽固醇含量的檢定：以乙酸乙酯：正己烷=1:4、1:5、1:6的展開液跑TLC，皆與純膽固質之 R_f 值相同，故可確定樣品中確實含有膽固醇。

5. 因膽固醇的吸收波長小於UV偵測器之波長(254 nm)，而使用較低波長的偵測器則沖提液中的乙酸乙酯亦會吸收，無法辨視膽固醇所在之波峰，故改用折射率偵測器。

(三) 不同烹調方式蛋的變化

1. 由HPLC定量測法發現：蛋黃中含膽固醇含量的大小順序依調味料排列如下為：米酒>水>醬油>鹽水>烏醋>糖水，推測與調味料的官能基有關。

2. 由HPLC定量測法發現：蛋黃中含膽固醇含量的大小順序依調味料排列如下為：水>葡萄糖>麥芽糖>乳糖>果糖>半乳糖>蔗糖，推測與糖的立體結構有關。

3. 由HPLC定量測法發現：未經加熱的純膽固醇含量相近，不會因添加糖類水溶液而減少，推測為缺乏蛋的其他成份的影響。

4. 由HPLC定量測法發現：經加熱的純膽固醇含量有變化，但並非完全和蛋中膽固醇相同，推測加熱、蛋的成份對膽固醇含量有影響。

5. 由1~4可知：影響蛋中膽固醇含量的因素有三，分別是調味料、蛋的

成份和加熱處理。

七、結論

- (一) 在烹調蛋的過程中，添加糖水、烏醋、鹽水、醬油，可使膽固醇量比水煮蛋低，但添加米酒則使膽固醇含量偏高。
- (二) 在烹調蛋的過程中，添加不同的糖類水溶液，都會使膽固醇量比水煮蛋低，其中又以蔗糖、半乳糖的效果最為顯著。
- (三) 影響蛋中膽固醇含量的因素有三，分別是調味料、蛋的成份和加熱處理。

八、參考資料

- (一) 吳文成，「食品化學」，第六版，復文書局，民79年。
- (二) 廖德章、莊彥和，「有機化學實驗」，第六版，高立出版社，民83年。
- (三) 李秀、賴滋漢，「食品分析與檢驗」，增訂版，精華出版社，民61年。
- (四) 洪秀欽，「儀器分析實驗」，第七版，高立出版社，民83年。
- (五) 潘愷、陳明毅，「普通化學實驗」，第一版，眾光文化事業有限公司，民86年。

九、誌謝

- (一) 感謝專研同學謝佳融共同創作。
- (二) 感謝北一女中周芳妃老師的指導與協助。
- (三) 感謝師大化學系借給我們索格斯利特連續萃取裝置。
- (四) 感謝台大化學系何東英教授、吳進益學長的指導與協助。
- (五) 感謝台北護理學院潘愷副教授的指導與協助。
- (六) 感謝所有支持我們的師長、同學。

評語

本件作品從生活取材針對大眾關心的膽固醇提出探討，從溫度、溶劑的不同角度探討對膽固醇的萃取影響。作者思考程序慎密、邏輯，且對各項操作技術熟練，研究的結果良好。