

鳳梨酵素研究

國中組生物第一名

彰化縣和美國民中學

製作學生：鄭月鳳等十人

指導老師：黃琇琪 黃錦珠

一、動機：

從生物實驗中我們得知：浸豆子的水和人的唾液中含有酵素，鄭同學問老師，還有什麼東西含有酵素？老師告訴大家很多食物中，像鳳梨、木瓜等都含有酵素，林同學又問：課本上提到溫度，酸鹼性和酵素活動有關，到底有什麼關係？這個問題引起班上同學熱烈討論……於是大家決定請老師指導一起來研究「鳳梨酵素」。

二、目的：

- (一)了解粗製之鳳梨酵素對蛋白質之分解能力。
- (二)了解鳳梨果汁中之酵素在不同溫度，酸鹼性的分解能力。
- (三)了解果肉、果心、果皮、殘莖的消化量，推測其中酵素含量，促進鳳梨製罐廢物之利用，提取鳳梨酵素，增加經濟價值。
- (四)了解一般人吃鳳梨抹鹽的習慣對鳳梨酵素消化力的影響。

三、實驗的儀器及材料：

- (一)儀器：500c.c.、150c.c. 燒杯、150c.c. 錐形瓶，10c.c. 試管、橡皮塞、濾紙、滴管、滴瓶、吸管、滴定管、漏斗、玻璃棒、10c.c.、100c.c. 量筒、藥匙、天秤、鐵架、離心機、電爐、烘箱、果汁機、紗布、果汁壓榨機、金屬漏網、ph 測定器、酒精燈、溫度計、冰箱。
- (二)材料：明膠、新鮮鳳梨、鳳梨罐頭、博士奶（豆漿）、牛肉、豬肉、煉乳。
- (三)化學藥品：氫氧化鈉（NaOH）、鹽酸（HCl）、甲醛液（Formalin）、酒精、丙酮、硫酸銨、氨水、硫酸銅、昇汞、硫酸鋅、精鹽、酚酞、廣用試紙、氰化鈉、磷酸二氫鈉、磷酸二氫



鉀、甲基紅、明膠。

四、實驗結果及過程：

(一)鳳梨酵素之提製及消化試驗：

⊖鳳梨酵素之提製：

(1)硫酸銨法：

新鮮鳳梨去皮壓榨、過濾，量 200 ml 果汁，用氨水調整 pH=6，加 40克硫酸銨使成飽和溶液，放置冰箱（5°C）中 3 小時，傾去上層的澄清液，將下層的濾液離心後，烘乾沈澱物，即得粗製之鳳梨酵素。

(2)丙酮法：用 600 ml 的丙酮，取代40克硫酸銨方法，與(1)同。

(3)酒精法：用 800 ml 的酒精，取代40克的硫酸銨，方法與(1)同。

結果：

- (1) 硫酸銨法：0.5克/200 ml 灰褐色沈澱。
- (2) 丙酮法：3.2克/200 ml 灰白色沈澱（過濾時夾雜果膠使沈澱物呈土黃色）。
- (3) 酒精法：3.4克/200 ml 灰白色沈澱。

⊖鳳梨酵素之消化試驗：

(1) 試藥的配製：

① 磷酸緩衝液：1.2克磷酸二氫鈉溶於水使成 100 ml 溶液
(0.1 M)

13.6克磷酸二氫鉀溶於水使成 1000 ml 溶液
(0.1 M)

取 10ml 0.1M 磷酸二氫鈉 + 320ml 0.1M 磷酸二氫鉀
混合。

② 3 % 氰酸溶液：6 % 氰化鈉（ 6 克氰化鈉溶解於水使成
100ml 溶液 ）加數滴甲基紅，用 1N HCl（ 鹽酸 ）滴定，
調成 200 ml 溶液。

(2) 試驗過程：

5 ml 磷酸緩衝液 + 3 ml 3 % 氰酸溶液 + 0.1 克粗製鳳梨酵
素 + 30 ml 5 % 明膠，加水調成 40ml 溶液 → 搖動混合均勻
，取出 10ml 滴定酸量，其餘放置 3 小時，再取 10ml 反應
液，滴定其酸量（ 滴定酸量前，須先加 10 ml 中性甲醛液
， 3 滴酚酞。用 0.1M NaOH 滴定 ）

結果：

0.1 克 酵 素	硫酸銨法	丙 酮 法	酒 精 法
反應前 NaOH 量 (ml)	3.1	3.1	3.1
反應後 NaOH 量 (ml)	3.55	3.5	3.45
a. a H-mg	2.52	2.24	1.96

(3) 定量胺基酸氮之計算 ..

計算公式：a—反應初時之溶液以 0.1N NaOH 滴定之量。

b—反應終了之溶液以 0.1N NaOH 滴定之量

$$(b-a) \times 1.4 = \text{胺基酸—Nmg}$$

(一)A. 鳳梨果汁與各種蛋白質食物之消化作用：

40%新鮮鳳梨果汁 20 ml + 20g 蛋白質食物 → 混合均勻取出 20ml 混合物，加 20 ml 中性甲醛液 → 滴定酸量，其餘反應液放置 2 小時後，再滴定酸量。

結果：

食 物	生牛肉	熟牛肉	生豬肉	熟豬肉	生蛋白
反應前HaOH	11.7	11.6	12.0	11.7	13.6
反應後HaOH	15.2	25.5	18.3	19.3	17.2
a. a—Nmg	5.3	19.46	8.82	10.84	5.04

食 物	熟蛋白	生蛋黃	熟蛋黃	5%明膠	博士奶	煉乳
反應前HaOH	11	15.4	12.3	11	13.5	14.7
反應後HaOH	17.9	21.9	19.5	19.5	24	21.7
a. a—Nmg	11.06	9.10	10.28	12.06	14.7	9.10

B. 鳳梨果汁在不同 pH 情況下對明膠消化量之比較：

40% 20ml 果汁 + 20ml 5% 明膠，用 HCl 及 NaOH 調節 pH 1—10，在烘箱保溫 (65°C) 1 小時後取出，加 20ml 中性適量甲醛液，3 滴酚酞，再用 0.1N NaOH 滴定至原 pH 值。

結果：

pH值	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.1N NaOH用量	0	0	21	5.0	8.6	8.2	3.6	1.2	0	0
a.a-Nmg	0	0	2.94	7.0	12.06	11.48	5.04	1.68	0	0

C. 溫度對酵素消化量之影響：

10ml 5%明膠 + 10ml 40%果汁 → 在不同之溫度下水浴

1 小時 → 取 10 ml 反應液
加 10 ml 中性甲醛液，3 滴酚酞 → 滴定酸

量 (用 0.1N NaOH 滴定)

結果：

溫度	0°	18°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°
反應前NaOH量	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
反應後NaOH量	4.3	6.1	5.4	6.7	7.9	8.4	7.3	5.5	4.3	4.3
a.a-Nmg	0	1.54	2.94	3.36	5.04	5.74	4.20	1.68	0	0

註：(1) 0° C 者大燒杯中加冰塊，保持水中有冰。

(2) 測 30° C 時先將水燒至 30° C — 40° C，再將反應液之小燒杯放入，插入溫度計，注意溫度計溫度保持在 ± 2° C，過低即加酒精燈，+ 2° C 以上時，移去燈火。

(3) 當天氣溫 18° C 在實驗過程中，氣溫並無變化。

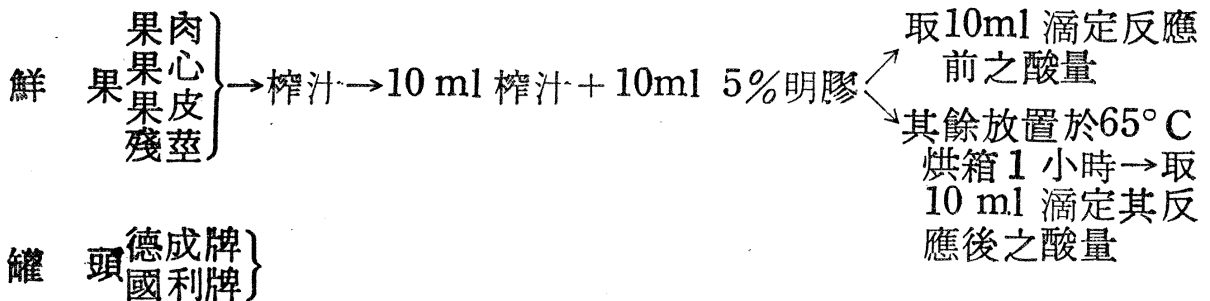
D. 鳳梨酵素含量與消化量之關係：

分別用 0.5 ml、1 ml、5ml、10ml、20ml、30ml、40ml、50ml，40%鳳梨果汁，加 10ml 5%明膠混合後取出一部分，測定其酸量，其餘放入 65° C 烘箱 1 小時後取出。

結果：

40%果汁(ml)	0.5ml	1 ml	5 ml	10 ml	20 ml	30ml	40 ml	50 ml
10c.c.明膠								
反應前NaOH量	0.7	1.6	5.7	11	21	33.8	44.8	53.6
反應後HaOH量	1.8	4.8	12.8	15.4	28.5	42.8	54	64
a.a-Nmg	1.54	4.48	9.94	11.2	12.18	12.60	12.88	14.84

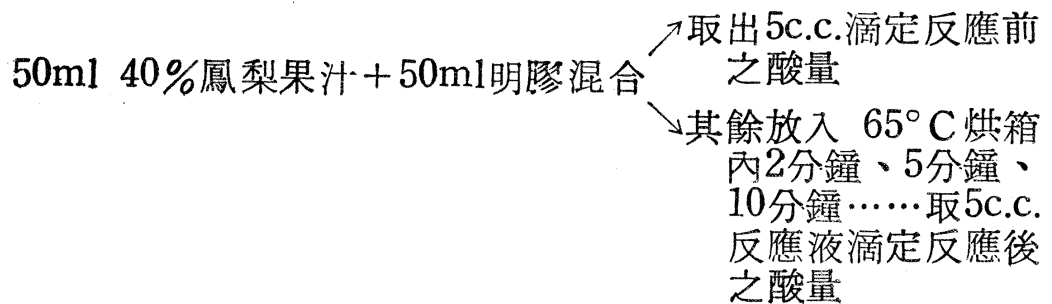
E. 新鮮鳳梨各部位及鳳梨罐頭消化量之比較：



結果：

樣品	鮮果				罐頭	
	果肉	果心	果皮	殘莖	德成牌	國利牌
測定量						
反應前NaOH量	21.9	12.6	18.3	3.2	5.8	7.7
反應後NaOH量	25.7	15.6	21.9	5.4	5.8	7.7
a.a-Nmg	5.72	4.2	5.04	4.48	0	0

F. 消化量與時間之關係：



結果：

溫度°C	0	2	5	10	20	30	40	50
反應前NaOH	45	45	45	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
反應後NaOH	45	5.0	5.2	5.3	5.7	5.8	6.0	6.4
a.a-Nmg	0	0.70	0.98	1.26	1.68	1.82	2.1	2.56

溫度°C	60	70	80	90	100	110	120
反應前NaOH	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
反應後NaOH	6.9	7.0	7.2	7.3	7.6	7.8	7.9
a.a-Nmg	3.36	3.53	3.78	3.92	4.34	4.62	4.76

G. 化學藥品成分及用量對消化量之影響：

1%、3%、10%之鹽水(NaCl)及 3%硫酸銅、3%硫酸鋅、3%昇汞(HgCl)、3%氰酸(HCN)各 1 ml，食鹽 1 克、3 克分別加入 10ml 5%明膠及 10ml 40%果汁，混合後取一半滴定反應前之酸量，另一半在 65°C 之烘箱中放置 1 小時後，再取出，測其反應後之酸量。

結果：

化學藥品	無	1%鹽	3%鹽	10%鹽	1克鹽
反應前NaOH	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
反應後NaOH	7.3	9.3	9.7	15.3	8.4
a.aNmg	6.92	6.72	7.28	8.12	5.26

化 學 藥 品	3克鹽	3% 硫酸銅	3% 硫酸鋅	3% 昇汞	3% 氰酸
反應前NaOH	4.5	6.3	4.5	5.3	6.4
反應後NaOH	6.7	6.6	6.9	5.3	9.8
a.a—Nmg	3.08	0.42	3.36	0	4.76

六、結論：

- (一)粗製之鳳梨酵素呈黃褐色膠狀，如用丙酮或酒精洗滌沈澱物數次，可得白色粉末狀之粗酵素，所得量以酒精法較多，但酵素之活性以硫酸鋅法較高。
- (二)鳳梨酵素在室溫下對各種蛋白質食物都有分解能力，能將肉類強韌的纖維及結締組織消化，可應用在食品工業方面。
- (三)鳳梨的果心、果皮、殘莖各部分都含大量的酵素，本省盛產鳳梨，罐頭工廠利用者僅佔果實40%之果肉，如能研究有效方法，將這些利用提製鳳梨酵素，可提高其經濟價值。
- (四)鳳梨酵素在60°C左右對明膠消化力最強，超過80°C以後即被破壞，鳳梨罐頭中之酵素都已破壞殆盡。
- (五)鳳梨酵素在酸性溶液中 pH 5—6 消化力最強，pH9 以上即失去消化力。
- (六)酵素分解力隨酵素含量增加而增加，但非直線相關，增至某一量時，即形成近乎停滯之現象。
- (七)微量的重金屬離子，對鳳梨酵素即有抑制作用，尤以昇汞最具破壞力，可是少量之氰酸可提高酵素之分解能力。
- (八)10%之鹽水可提高酵素之分解能力至一倍以上，較多的鹽對酵素稍有抑制作用。
- (九)鳳梨酵素分解力很強，在短時間內即將蛋白質分解成胺基酸，鳳梨纖維較粗，生食常易劃傷口腔黏膜，酵素立刻開始消化口腔細胞，如食用前抹點鹽，將可抑制酵素之初期作用。