

發了？發了！

國中組化學科第二名

台北市立芳和國民中學

作者：高淑芳、曹孟君

指導教師：黃新芳

一、研究動機

在日常生活中，各位可能曾經吃過餅乾、麵包、饅頭，但你（妳）可曾仔細觀察它們之間有哪些的相異處嗎？假若你將饅頭撕成半，會發現其內部有一些形狀不規則的空間，到底是什麼東西造成這種現象呢？

為了找尋答案，我們設計了一些簡單的實驗。

二、研究目的

- (一)固定酵母量，探討不同溫度（30°C, 36°C, 40°C, 46°C）對麵粉糰（高筋，中筋，低筋）膨脹度的影響。
- (二)定溫下，探討不同酵母量對麵粉糰膨脹度的影響。
- (三)固定酵母量與溫度，探討不同糖量對麵粉糰膨脹度的影響。
- (四)固定酵母量與溫度，探討不同鹽量對麵粉糰膨脹度的影響。
- (五)固定酵母量與溫度，探討相同的鹽與糖重量比對不同麵粉糰膨脹度的影響。
- (六)重覆(一)~(五)，將酵母改為釀粉。

三、研究設備器材

1. 麵粉（今良牌）（高筋、中筋、低筋）
2. 醱粉（今良牌）
3. 台糖細粒特砂
4. 台鹽高級精鹽
5. 燒杯
6. 量筒100ml
7. 錐形瓶250ml
8. 鐵架及鐵絲
9. 活性乾燥酵母
10. 玻棒
11. 三臂天平
12. 濾紙
13. 溫度計（0°C~150°C）
14. 橡皮管
15. 橡皮塞
16. 凡士林
17. 保溫瓶
18. 恆溫槽（110V, 2, 25Kw）

四、研究過程或方法

(一)固定酵母量：

稱0.5克酵母菌放入約40°C~42°C的10克溫水中，靜置約5~10分，出現小氣泡且酵母膨脹浮出水面，即刻倒入已先稱好的20克麵粉（高筋、中筋、低筋）仔細揉搓麵糰至光滑柔細，（注意：揉搓的時間要短，以減少與空氣混合的機會，降低誤差）。另外，先利用恆溫槽將溫度固定在30°C（36°C, 40°C, 46°C），使用排水集氣法的裝置來收集CO₂量。將揉壓過的麵糰放入恆溫的錐形瓶中，此時溫度計顯示瓶內的溫度約為28°C（34°C, 38°C, 44°C），表示瓶內外溫差約為2°C。每10分記錄CO₂量至1小時為止。

(二)固定醱粉量：

稱20克麵粉，倒入溫水中，即刻倒入已稱好的0.5克醱粉，緊接著承(一)方法製作麵糰，記錄每10分鐘CO₂產量。

(三)由(一)，(二)中的實驗結果來判斷，當溫度在40°C時CO₂量產生最迅速，因此我們做了下面的實驗：

1. 改變酵母量0.3克，0.7克溫度固定在40°C其餘方法承(一)。
2. 改變醱粉量0.3克，0.7克溫度固定在40°C其餘方法承(二)所述。

(四)固定膨大劑（酵母菌，醱粉均為0.5克）量，分別加入0.6克，1.0克砂糖，注意在此處，糖先倒入溫水中溶解，再倒入膨大劑，其餘方法承(一)(二)。（溫度保持在40°C）

(五)討論食鹽對膨大劑的影響：

膨大劑（酵母菌，醱粉）量為0.5克，溫度保持在40°C，改變食

鹽量0.4克、0.8克，分別先溶於10克溫水中，再加入膨大劑，其餘方法承(一)，(二)所述。

(六)討論0.6克糖與0.4克鹽混合時對麵粉膨鬆的影響：

將0.4克鹽與0.6克糖分別倒入溫水中溶解，再倒入膨大劑（酵母菌，醱粉）0.5克，其餘方法承(一)，(二)所示。

(七)將結果劃成表格及曲線圖。

五、實驗結果

(一)固定膨大劑量，探討溫度對麵糰膨鬆度（以CO₂量表示）之影響：

(1)在不同溫度下，0.5克酵母菌於不同麵糰中所產生的CO₂量，如表一所示的結果。

(2)0.5克醱粉在不同溫度下，各種麵粉中所產生CO₂量如表二所示：

表一：在不同溫度下各種麵粉的CO₂量
(0.5 克酵母菌)

溫度	時間 CO ₂ (ml)	10分	20分	30分	40分	50分	60分
		30°C	高筋	8.0	20.0	30.5	39.0
	中筋	8.5	20.0	32.0	41.0	48.0	54.0
	低筋	9.0	33.0	54.0	65.0	73.0	81.0
36°C	高筋	19.0	31.0	45.0	57.0	63.0	69.0
	中筋	18.0	35.0	49.0	57.5	65.0	72.5
	低筋	19.0	44.0	60.5	77.0	82.0	88.5
40°C	高筋	23.5	39.5	49.5	58.5	66.0	74.5
	中筋	24.5	39.0	50.2	59.5	67.5	78.0
	低筋	25.0	50.0	65.5	78.0	85.0	91.5
46°C	高筋	18.8	33.0	44.0	51.5	55.0	60.0
	中筋	19.0	36.0	46.0	53.0	57.0	61.0
	低筋	24.0	50.0	68.0	77.0	82.5	87.0

表二：0.5 克醱粉在不同溫度下在各種麵粉中所生CO₂ 量

溫度	時間	10分	20分	30分	40分	50分	60分
	CO ₂ (ml)						
30℃	高筋	3.5	5.0	8.5	12.5	13.8	15.0
	中筋	4.5	9.0	11.5	13.8	15.5	17.5
	低筋	4.5	9.5	12.2	14.5	17.2	18.3
36℃	高筋	3.0	7.5	10.0	12.8	14.0	15.5
	中筋	7.5	13.5	15.5	17.5	18.5	23.0
	低筋	8.6	14.0	18.5	21.0	22.5	25.2
40℃	高筋	7.5	11.5	14.5	17.6	19.8	24.2
	中筋	13.0	17.0	19.5	21.5	23.5	25.5
	低筋	16.5	21.0	27.5	28.6	30.0	34.5
46℃	高筋	13.0	19.5	22.5	25.5	26.5	26.5
	中筋	16.0	21.0	28.0	31.0	36.0	40.0
	低筋	21.5	30.5	39.5	46.2	49.0	51.0

(註：CO₂ 量均為平均值)

由1,2的結果，我們決定將溫度固定在40℃來討論以後的問題。

(二)將溫度保持在40℃，用不同量的膨大劑（酵母，醱粉）0.3克與0.7克，在不同的麵糰中所產生的CO₂量，其結果如表三。

(三)在40℃時，加入不同量的砂糖，在不同種類麵粉中所產生CO₂量結果如表四：

表三：不同量的膨大劑同在40°C時，在各
種麵粉中所產生CO₂量。

	時間 CO ₂ (ml)	10分	20分	30分	40分	50分	60分
		0.3 克 酵母	高筋	11.0	30.0	41.5	53.0
中筋	18.0		35.5	42.5	52.5	59.0	66.0
低筋	17.0		36.0	50.0	61.5	75.0	84.0
0.7 克 酵母	高筋	26.0	41.0	51.5	56.5	61.5	75.8
	中筋	30.0	42.0	55.0	62.0	71.0	82.5
	低筋	30.0	49.0	71.5	82.5	90.5	99.5
0.3 克 酸粉	高筋	4.5	10.5	12.5	14.5	17.5	18.5
	中筋	6.5	9.5	13.0	15.6	18.0	19.1
	低筋	11.0	14.0	18.0	18.5	20.0	20.0
0.7 克 酸粉	高筋	12.0	18.0	21.0	25.0	29.0	31.0
	中筋	16.5	29.0	33.0	36.0	38.0	41.0
	低筋	17.0	31.0	36.0	39.5	42.5	44.2

表四：加入不同量的砂糖，同在40°C時在各
種麵粉中所產生CO₂量。

	0.5 克 膨大劑	時間 CO ₂ (ml)	10分	20分	30分	40分	50分	60分
			0.6 克 砂糖	酵 母	高筋	15.0	20.0	33.0
中筋	15.5	27.0			40.0	67.0	73.0	90.5
低筋	20.0	39.0			63.0	75.0	95.0	105.0
酸 粉	高筋	9.0		12.0	21.0	25.0	28.0	32.5
	中筋	16.0		23.0	26.0	28.0	30.5	33.6
	低筋	16.0		23.0	26.0	28.0	30.5	33.6
1.0 克 砂糖	酵 母	高筋	25.0	30.0	45.0	58.0	70.0	93.5
		中筋	25.0	45.0	64.0	82.0	89.0	103.5
		低筋	29.0	52.0	70.0	93.0	105.0	110.5
	酸 粉	高筋	14.0	20.0	22.0	27.0	29.0	32.5
		中筋	15.5	21.2	25.0	30.0	32.0	34.5
		低筋	16.0	22.4	28.0	32.5	38.0	39.5

1.0克砂糖與膨大劑混合時，可以得到相當多量CO₂。

(四)在40°C時，加入不同量的精鹽，在各種麵糰中所產生CO₂量結果如表五所示。

(五)在40°C下，0.5克膨大劑與0.4克精鹽及0.6克砂糖混合下，所得各種麵糰的CO₂量，如表六所示：

表六：在40°C下，0.5克膨大劑與0.4克鹽、0.6克糖混合下之CO₂量

膨大劑	時間	10分	20分	30分	40分	50分	60分
	CO ₂ (ml)						
酵 母	高 筋	16.0	25.0	38.0	49.0	69.5	84.5
	中 筋	17.0	31.0	53.0	71.0	80.5	89.5
	低 筋	22.5	29.0	39.0	47.5	68.5	93.5
酸 粉	高 筋	15.0	19.0	23.0	26.0	29.0	31.0
	中 筋	15.5	21.0	23.5	27.0	30.0	34.0
	低 筋	17.5	26.5	29.1	33.0	36.5	40.0

表五：加入不同量的精鹽，同在40°C時在各種麵粉中所產生CO₂量。

	0.5克膨大劑	時間	10分	20分	30分	40分	50分	60分
		CO ₂ (ml)						
0.4克精鹽	酵 母	高 筋	4.5	9.0	13.0	17.0	27.0	39.0
		中 筋	11.5	23.5	30.0	36.0	43.0	45.0
		低 筋	12.5	21.5	34.0	56.9	67.5	87.0
	酸 粉	高 筋	8.0	11.5	20.5	23.5	29.5	32.0
		中 筋	9.5	13.5	21.0	25.6	30.5	33.5
		低 筋	13.5	17.0	21.5	24.0	28.5	31.5
0.8克精鹽	酵 母	高 筋	4.5	7.5	11.5	13.5	17.5	21.2
		中 筋	2.5	4.5	7.0	10.0	13.0	15.5
		低 筋	1.5	2.9	5.5	6.7	8.2	9.1
	酸 粉	高 筋	14.0	31.0	36.0	41.0	43.0	44.0
		中 筋	15.0	22.0	27.0	29.0	30.0	34.5
		低 筋	19.0	21.0	29.0	32.0	34.0	35.0

高筋麵粉在0.8克精鹽中所生CO₂量最多。

此外，在(一)~(五)的實驗中，可以發現兩種結果：

1. 凡是利用酵母菌當作膨大劑的麵糰，當開始發酵時，錐形瓶的瓶壁出現白霧狀，且實驗完後，麵糰具有酒精味道，麵糰體積脹大，在清理時，發現內部有氣室存在，而且麵糰黏性增加，不易清洗。
2. 用鹼粉當作膨大劑的麵糰，則沒有酒精味，麵糰的黏性不大，較易清洗。

六、討論

(一)固定膨大劑量，探討不同溫度對麵粉糰膨脹度的影響：

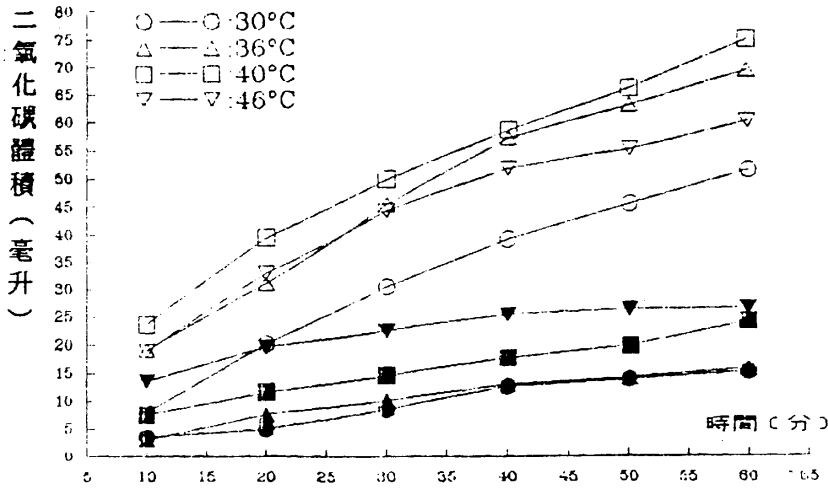
1. 各種麵粉的特性可由表七知道：

表七：麵粉特性別分類表（見3）

分類	蛋白質含量	麵筋品質	粒度	原料小麥	主要用途
特高筋粉	13.5 ~	強韌	粗	紅硬春麥	麵包土司
高筋粉	12~13.5 %	強	粗	紅硬冬麥	義大利麵 春捲
中筋粉	9~12%	稍軟	稍細	紅硬冬麥	麵條 家常麵食
低筋粉	7~9%	軟	細	春及冬白 麥	蛋糕餅乾

當麵粉加水時，麵粉中的醇溶蛋白（Gliadin）做為一種粘著劑，具展性而無彈性，而麥殼蛋白（Glutenin）則使麵筋結實有彈性，二者相互粘聚一起。麵糰在經過攪拌後兼具有延展性和彈性，並且在攪拌過程中，氧氣以相當的速度將蛋白質中的硫氫鍵（S-H）氧化，使得連接各分子間的鍵，結合成硫分子的共價鍵（S-S），使麵筋得以達到三度空間的要求而形成網狀薄膜，以包容氣體，使麵糰脹大。（見3）

2.0.5克膨大劑在不同溫度下的作用情形如圖(-)所示：

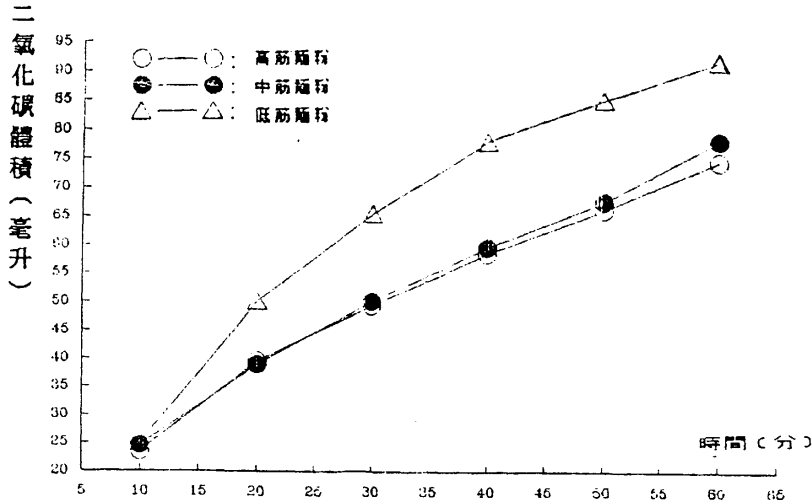


圖(-) 在0.5克膨大劑各種麵粉：CO₂量與時間關係圖

由圖(-)可知：在40°C時（錐形瓶內約38°C）CO₂所產生的量最多，這表示在此溫度最利於醱酵作用，而當溫度低於40°C時（恆溫槽的溫度），溫度增加，CO₂量亦隨著增加，但是高於40°C時，則溫度增加，CO₂量反而減少。

另外還可以明顯看出酵母所產生CO₂量比麵粉還多，這是由於酵母是一單細胞生物，只要有養分即可源源不斷進行醱酵作用產生CO₂，而麵粉是一化學藥劑，遇熱即可產生CO₂，因此溫度愈高，反應速率愈快。 $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{OH}^-$

3.40°C時各種麵粉在0.5克酵母下的作用如圖(二)所示：



圖(二) 在40°C、0.5克酵母下各種麵粉：CO₂量與時間關係圖

由CO₂產生的量可知：低筋粉比高筋粉、中筋粉還多，而中筋粉略優於高筋粉，而造成此種現象與各種麵粉中所含的蛋白質有關。

(二)在40°C時，探討不同膨大劑量對麵粉糰膨脹度的影響如圖(三)所示：不論何種麵粉CO₂量多寡順序為0.7克酵母>0.3克酵母>0.7克麵粉>0.3克麵粉。這是因為膨大劑量增加，有利於CO₂的產生。

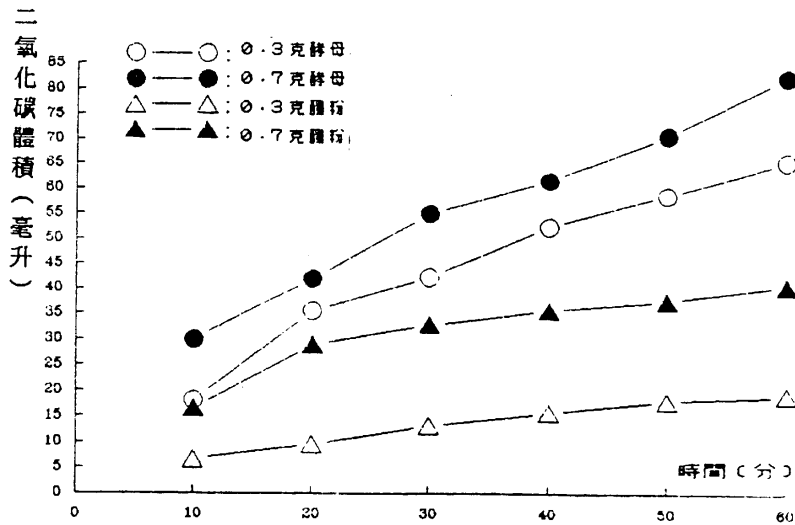


圖 (三) 麵粉在40°C時，不同膨大劑下CO₂量與時間關係圖

(三)在40°C下，固定膨大劑量，探討糖量對各種麵粉糰膨脹度的影響如圖(四)所示：

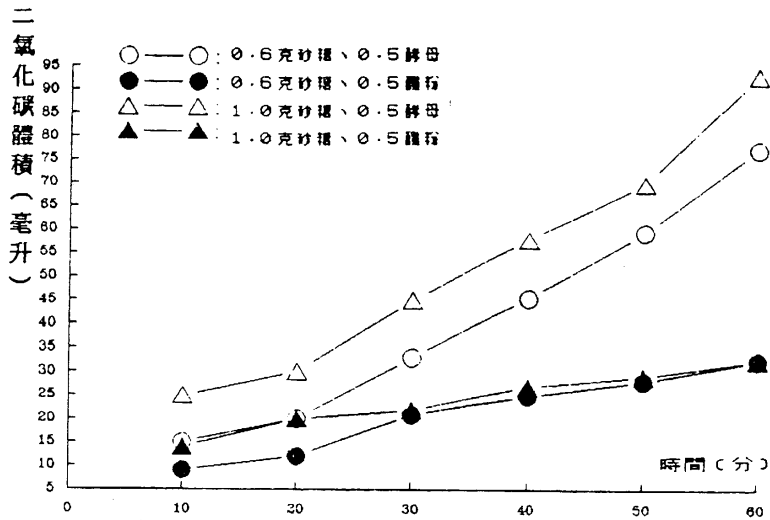
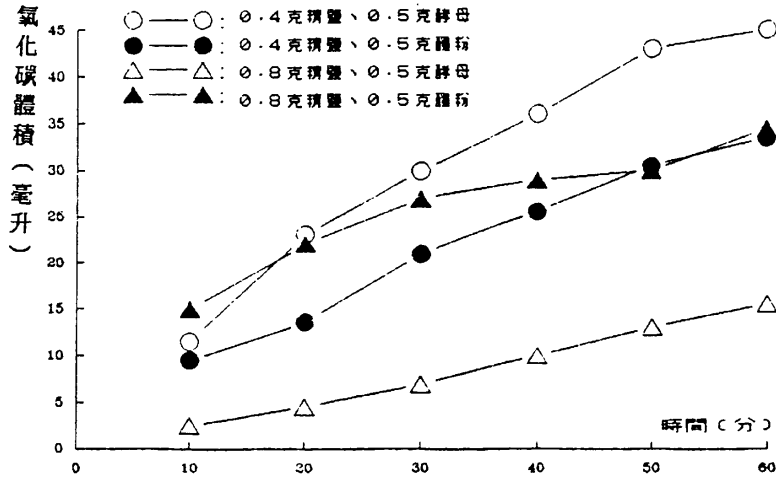


圖 (四) 麵粉在40°C、0.5克膨大劑下、不同糖量時：CO₂量與時間關係圖

不論何種麵粉在0.5克酵母下CO₂產量的多寡順序為1.0克糖>0.6克糖>無添加糖。這表示所加入的砂糖，可促進酵母的生長。另外，對麵粉而言，加糖與否，其所產生CO₂量並無明顯影響。

(四)在40°C下，固定膨大劑量，探討鹽量對各種麵粉糰的影響，如圖(五)所示：

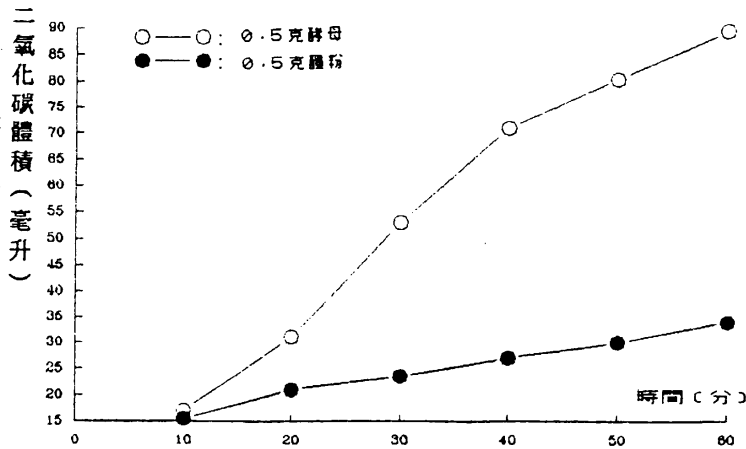


圖(五) 麵粉在40°C、0.5克膨大劑下、不同鹽量時：CO₂量與時間關係圖

可以明顯看出，當精鹽愈多，酵母菌所產生的CO₂量就愈少。這表示，酵母菌的生長受到抑制。

另外，當精鹽加入含麵粉之麵糰時，CO₂量有些微的增加，而且精鹽量增加時，CO₂產量增加。

(五)在40°C下，固定膨大劑量，探討同在0.4克精鹽與0.6克砂糖下，對各種麵糰膨脹度的影響如圖(六)所示：



圖(六) 麵粉在40°C、0.5克膨大劑、0.4克鹽、0.6克糖混合下：CO₂量與時間關係圖

不論何種麵粉糰所產生的CO₂量，酵母均優於醱粉，但其值比僅加砂糖時酵母所產生的CO₂量還少。這是因砂糖與鹽混合時，因一為促進生長，另一為抑制生長故會產生消長現象。另外對於醱粉而言，糖、鹽混合，並不會對CO₂產量造成太大影響。

七、結論

1. 酵母可利用麵粉中的水，澱粉，蛋白質為食物，產生醱酵作用；而醱粉為蘇打粉加上酸性鹽類所做成的化學藥劑，因此糖及鹽的加入對其影響不太大。

2. 由實驗得知，恆溫槽的水溫大於40℃時，酵母菌生長受影響，另外，食鹽的加入會抑制酵母菌的生長，而糖的加入雖然可以促進生長，但濃度太高時，酵母菌亦會脫水而死。

3. 醱粉因為是化學劑品，只要有水和加熱即可產生作用，當溫度愈高時，愈有利於醱粉的作用。

4. 在前面的實驗中，CO₂產量多寡順序為低筋粉>中筋粉>高筋粉，造成此種現象是因為低筋粉所含蛋白質較少，形成網狀薄膜量較少，以致於CO₂容易衝出氣室。

5. 在砂糖與精鹽混合下，酵母菌醱酵作用產生的CO₂量劣於純加入砂糖之酵母麵糰，但優於純酵母之麵糰。

八、參考資料

1. 黃韶顏著“食物製備”，P.274~280，民78.9
2. Norman W. Desrosier 著“*The Technology of Food Preservation*” 姚憲源，聶威杰譯，民62.7, P.468~474
3. 陳淑瑾著“食物製備原理與應用” P.53~67, 1989, 9.
4. 林耕年著“食品加工(-)” P.137~145，民77.8
5. 國中理化(三)，P.77，民78,8

評語

本研究探討各種不同條件下麵粉糰的膨脹程度。

對於酵母菌生長情形觀察很仔細，並能以CO₂產生量偵測發酵反應。對於麵粉的性質也有充分了解。