

母親的叮嚀

初小組化學科第三名

高雄市立獅甲國民小學

作者：劉亞伯、楊士賢

黃東欽、陳繼展

指導老師：陳啓耀、蔣國能



一、研究動機

從小時候起，每當吃飯時，母親總對我們說：吃飯要慢慢吃，多嚼幾下，這樣可幫助消化。我們都照母親的話做，但却不了解原因。剛好在自然科學第七冊裡，談到飯經咬嚼後可消化成葡萄糖，可由本氏液交互作用中顏色的改變而知道。在做這個實驗時，我們發現液顏色的改變情形是由淺藍—淺綠—黃綠—土黃—紅。而且飯中溶顏色的改變有所不同。是不是飯裡葡萄糖不一樣多？還是有其他原

因？如果吃飯時多咬嚼幾下，可否使飯產生更多的葡萄糖？那我們能否由與本氏液交互作用中顏色的改變而知道嗎？爲了能親身體會媽媽這句話真實性，我們在老師指導下，做了以下的研究。

二、研究目的

- 一、探討醣類食物中的營養成份及消化過程。
- 二、探討不同的變因對葡萄糖與本氏液交互作用的影響及變因間的相互關係。
- 三、米飯中的澱粉如何消化成更多的葡萄糖。

三、研究設備器材

稀碘酒、本氏液（附註 1）、蒸餾水、碼錶、試管、試管架、溫度架、燒杯、量杯、量筒、三角架、石棉心網、火柴、米飯、麩包、麩粉、唾液、麥芽糖、葡萄糖、冰糖、砂糖、方糖、白糖、研鉢、研杵等。

四、研究過程與方法

1 研究一探討醣類中的營養成份及消化過程：

(1)實驗一飯、麩包、麩粉含有什麼營養？

- a 將約 1 克的飯、麩包、麩粉各分爲二組，分別放入不同的試管中，一組滴入 0.5cc 稀碘酒。
- b 另一組滴入約 2cc 的本氏液，並在 80°C 的熱水中加熱 8 分鐘。

(2)實驗二糖類中含有什麼營養？

取約 1 克的葡萄糖、麥芽糖、冰糖、方糖、砂糖、白糖、實驗過程同實驗一。

(3)實驗三含澱粉的食物如何消化成葡萄糖？

- a 把咬過的飯、麩包各分爲二組，實驗過程同實驗一。
- b 將 1 克飯、麩包各分爲二組，分別加入 1 cc 唾液，實驗過程同實驗一。

2 研究二探討不同的變因對葡萄糖與本氏液交互作用的影響，及變因間的相互關係。

(1) 實驗四變因的探討

- a 取六根試管各裝 0.5cc 10% 的葡萄糖溶液，並加入 2cc 的本氏液，在熱水中加熱，溶液顏色改變時便取出一試管，再改變時又取出另一試管，直到六根試管都取出，並計錄時間。
- b 由實驗四實驗得知：溶液顏色的改變隨時間、溫度不同而有不同。因此我們又做各種變因對葡萄糖與本氏液交互作用的實驗。

(2) 實驗五不同濃度的葡萄糖溶液與本氏液反應情形。

- a 各取 0.5cc 20%、10%、5%、2.5%、1%、0.7%、0.5%、0.25%、0.1%、0.05% 的葡萄糖溶液，分別放入不同試管中，在各試管中加入 2cc 本氏液，在 69°C ~ 73°C 熱水中加熱三分鐘。
- b 在上面實驗中，我們發現：可能加熱時間太短，所以葡萄糖濃度在 0.7% 以下與本氏液反應，而且我們溫度計沒放在試管內，對各試管內加熱溫度無法確定。因此在溫度控制方面，可能有偏差，所以我們又做了一次實驗。
- c 再取 1cc 40%、20%、10%、7.5%、5%、2.5%、1%、0.75%、0.5%、0.25%、0.1%，的葡萄糖溶液，依序放入不同試管中，並作上記號在各試管中加入 4.5cc 的本氏液，並放溫度計於試管內，放入熱水中加熱，使試管內溫度在二分鐘內由 27°C 升到 80°C，然後保持 80°C 到八分鐘。

(3) 實驗六不同溫度時，葡萄糖與本氏液交互作用情形。

- a 取六根試管分別滴入 0.5cc 10% 的葡萄糖溶液和 4.5cc 本氏液，並標明記號。依順序做 70°C、60°C、50°C、40°C、30°C 及不加熱等不同加熱溫度實驗（溫度指試管內溶液加熱溫度，將溫度計放入試管中，以測準確溫

度)。時間三分鐘。

b 因 0.5cc 10% 的葡萄糖溶液，在室溫時也能與本氏液 緩慢交互作用。所以實驗後一、兩天發現反應結果與當時不同。因此我們又取 1cc 1% 葡萄糖溶液與 4.5cc 本氏液做 80°C、75°C、70°C、65°C、60°C、55°C、50°C、45°C 及室溫不加熱等不同加熱溫度實驗，時間八分鐘。

(4) 實驗七加熱時間不同對葡萄糖溶液與本氏液反應的影響。

在各試管中各滴入 1cc 1% 的葡萄糖溶液和 4.5cc 本氏液，放入熱水中加熱，使試管內溶液溫度在二分鐘內由室溫升到 80°C，然後保持一定。加熱時間依次增加 30 秒到八分鐘。

(5) 實驗八時間與溫度的關係

從實驗五、六、七中我們知道：1cc 1% 的葡萄糖溶液與 4.5cc 本氏液在 80°C 八分鐘加熱下，溶液顏色變化成紅棕色，若改變加熱溫度，依次降低 5°C，而使反應同樣達到紅棕色。並計錄反應所需時間。

(6) 實驗九葡萄糖與本氏液反應的關係。

a 從實驗五天，我們發現：1cc 1% 葡萄糖溶液會使 4.5cc 本氏液顏色由淺藍變為透明，並有紅棕色物質產生，而使溶液呈紅棕色。在 1cc 1% 以下濃度則有本氏液留下，因此我們又做了不同濃度的葡萄糖，在高溫較長時間加熱下，最多能與多少本氏液反應。而放置後溶液不再有本氏液色。

b 取 1cc、0.5%、1%、2%、4% 的葡萄糖溶液，分別放入各試管中，先滴入 1cc 本氏液於各試管中，再放進熱水中加熱，使溶液溫度保持在 80°C 以上，在反應過程中，一次滴入 0.5cc 本氏液，直到溶液內略有本氏液色存在而不再反應為止。計算各濃度所加本氏液。

(7) 研究三如何使澱粉消化成葡萄糖？

(實驗十) 咬嚼次數不同的比較。

- a 取同量飯，咬的次數分別為 5、10、15、20、25、30 次，然後吐在各試管中，各加 2 cc. 本氏液，加熱 80℃，時間七分半鐘。
- b 因為剛才實驗失敗，所以我們再做一次實驗，再取同量飯，咬嚼次數如上實驗。咬後分別吐在試管中，在各試管中分別加入 5 cc. 的蒸餾水，搖一搖使混合均勻，用滴管各取 1 cc. 依序滴入另六根試管中，再加 4.5 cc. 本氏液，加熱溫度 70℃，時間四分半鐘。
- c 再從各試管中取出 1 cc. 溶液，先加入 4.5 cc. 本氏液，實驗過程同實驗九。

(8) 實驗十一粗細的比較

- a 將約 0.5 克磨碎的米及未磨碎的米，分別放入不同試管中，加同量 0.5 cc. 唾液，2 cc. 本氏液，再加熱，溫度在 73~75℃，時間為五分鐘。
- b 取 0.5 克磨碎的米及未磨碎的米，各加水 2 cc. 於各試管中，在 80℃ 水中煮 15 分鐘，煮熟後加 2 cc. 水與 0.5 cc. 唾液拌均勻後加 2 cc. 本氏液，再加熱，溫度為 73~75℃，時間為五分鐘。

(9) 實驗十二不同量唾液的比較

取同量的飯，放入不同的六根試管中，依次加入 0.5 cc.，1 cc.，1.5 cc.，2 cc.，2.5 cc.，3 cc. 的唾液，放置 10 分鐘後加入 2 cc. 本氏液，再加熱溫度為 73~75℃，時間三分鐘。

五、研究結果

研究一實驗結果：醣類食物與本氏液稀碘酒交互作用情形如下：

實驗別 食物名稱 顏色變化 藥品	實驗一			實驗二						實驗三				
	飯	麵包	麵粉	葡萄糖	麥芽糖	砂糖	冰糖	方糖	白糖	咬過的飯	咬過的麵包	麵粉加唾液	飯加唾	加液
碘液 (藍色)	藍紫	藍紫	藍紫	無	無	無	無	藍紫	無	藍紫	藍紫	藍紫	藍紫	
本氏液 (淺藍色)	無	無	無	黑棕色	淡黑棕	淺綠	無	無	無	淡棕色	淡棕色	淡綠	土黃	

1. 飯、麵包、麵粉、方糖等，可使稀碘酒由黃變藍紫，表示含有澱粉。
2. 葡萄糖、麥芽糖、砂糖等與本氏液有反應，但顏色改變不同。
3. 咬過的飯、麵包，或在飯、麵粉上加唾液，都能與本氏液反應，可看出澱粉食物與唾液交互作用可消化成葡萄糖。

實驗四的結果：葡萄糖與本氏液反應後溶液變化情形如下：

溫度 反應時間 顏色 變化	27℃	57℃	60℃	66℃	72℃	73℃
	0	3分	3分30秒	4分30秒	5分30秒	6分
	淺藍	全綠	黃綠	土黃	橙色	紅棕

顏色變化由本氏液色（淺藍）→全綠→黃綠→土黃→橙→紅棕色。

實驗五 1 結果：不同濃度的葡萄糖與本氏液反應情形 溫度69℃~73℃三分

濃度 反應後 顏色	20%	10%	5%	2.5%	1%	0.7%	0.5%	0.25%	0.1%	0.05%
	棕	淺紅棕	淡紅棕	土	綠	藍綠	本氏液色	"	"	"
	沉澱物顏色	棕	紅棕	淡紅棕	橘	綠	綠	無	"	"
溶液顏色	透明略黃	透明略黃	金黃	深綠	藍綠	藍綠	本氏液色	"	"	"

實驗五 3 結果：不同濃度的 1cc. 葡萄糖液與 4.5cc. 本氏液交互作用的反應情形 溫度 80℃ 時間八分

濃度 反應後 顏色	40%	20%	10%	7.5%	5%	2.5%	1%	0.75%	0.5%	0.25%	0.1%	
	黑棕色	淺黑棕	深棕	棕	淺棕	紅棕	淺紅棕	淡紅棕	橘帶藍	淡藍	藍棕	"
	沉澱物顏色	深黑棕	黑棕	淺黑棕	深棕	棕	深紅棕	紅棕	淺紅棕	橘	淺橘棕	淡橘棕
溶液顏色	金黃	淺金黃	淺金黃	透明略黃	透明略黃	透明	透明	透明	本氏液色	"	"	"

- (1) 濃度不同，溶液顏色改變也不同，且溶液顏色達到紅棕色，所需時間也不同，甚至無法達到，在放置後有沉澱物產生，而且顏色也不同，在1%以上放置後溶液顏色呈透明，在1%以下有淡本

氏液色存在。

(2)在80℃ 8分鐘加熱下，濃度低於1%的葡萄糖溶液較在69℃~73℃三分鐘加熱下，更能與本氏液反應。

實驗六結果：不同溫度的反應情形

時間三分鐘

溫度	室溫	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃
反應顏色	淺藍	藍綠	淺綠	土黃	土黃	紅橙
沉澱物顏色	無	綠	綠	紅橙	紅橙	橙
溶液顏色	淺藍	本氏液色	藍綠	淺綠	淺綠	透明

濃度高時，在室溫時，也有反應，但時間較長。

不同溫度對葡萄糖與本氏液交互作用有影響。在50℃以下少有反應。且在室溫時1cc.1%葡萄糖溶液與本氏液無反應。

(1)在加熱溫度由室溫(26℃)到80℃的兩分鐘內，及溫度到達80℃後的一分半鐘的這段期間是整個反應變化最大的時期。

(2)加熱時間在4分鐘以後，反應便減弱，但沉澱物略增。由此可知在高溫下反應，只要四、五分鐘內，就可使反應大致達到。

實驗八結果：1cc.1%葡萄糖溶液與4.5cc.本氏液反應達到紅棕色時間與溫度的關係

所需時間	綠	橄欖綠	土黃	淺紅棕	紅棕
80℃	1分	2分	3分	6分	8分
75℃	1分30秒	2分40秒	5分	8分	12分
70℃	2分	4分	7分	12分	28分
65℃	2分30秒	5分	8分	15分	50分
60℃	3分	8分	15分	30分	100分

在55℃時，加熱兩小時，溶液顏色只達到淡紅棕，而且那時試管溶液還有本氏液色。因時間關係，我們沒繼續實驗，我們想可能因溫

度不夠，無法達到應有的紅棕色反應。

實驗九結果：溶液達到紅棕色葡萄糖濃度與本氏液量關係

本氏液量 濃度 溶液顏色	0.5%	1%	2%	3%	4%
紅棕色	2.25cc.	4.5cc.	9cc.	13.5cc.	18cc.

- 1 濃度越高越能與更多的本氏液反應。而使溶液無本氏液留下或略留下。
- 2 1 cc. 1 % 葡萄糖溶液大致可與 4.5 cc. 本氏液反應，而放置後溶液呈透明，濃度在 0.5 % 到 4 % 之間，葡萄糖濃度增加一倍，本氏液量增加 4.5 倍。

實驗十 1 結果：咬嚼次數與同量本氏液交互作用情形（溶液 1cc. 本氏液 4.5cc.）

咬嚼次數 溶液顏色	5	10	15	20	25	30
放置後情形	黃土橄欖綠	黃土棕	"	淺橘棕	橘棕	棕
沉澱物顏色	黃土棕	橘	"	橘棕	"	"
溶液顏色	淡藍	淡藍	淡綠	綠	綠	透明

實驗十 2 結果：咬嚼不同次數的飯溶液取 1cc. 與不等量本氏液反應，
溶液呈紅棕色比較表

本氏液量 次數 溶液顏色	5	10	15	20	25	30
紅棕色	5	6	6.5	9.5	10	10.5

- 1 由反應後溶液顏色依次為黃土橄欖綠到橘棕及放置後溶液顏色依次為淺藍→綠→透明，可知葡萄糖量依咬的次數漸增而增多。
- 2 由與不同量的本氏液反應而溶液顏色都為紅棕色，可知葡萄糖量是漸增的。

實驗十一結果：粗細不同的米飯顆粒與本氏液交互作用情形

食物	粗米	細米	煮熟的米	煮熟的細米
放置後情形 溶液顏色	藍綠	黃	略橘	橘
沉澱物顏色	淡黃	黃	橘	橘
溶液顏色	淡藍	淺綠	透明	透明

由沉澱物顏色依次為淡黃、黃、橘及沉澱物量由少而多，可知磨碎的米比粗米更易消化成葡萄糖，煮過的米比未煮的米更易消化。

實驗十二結果：飯加不等量的唾液與本氏液交互作用情形

唾液量	0.5cc.	1cc.	1.5cc.	2cc.	2.5cc.	3cc.
放置後情形 溶液顏色	淡黃土綠	黃土綠	黃土	土色	淡黃土棕	深黃土棕
沉澱物顏色	淡黃土	黃土	深黃土	淡黃土棕	黃土棕	棕
溶液顏色	淺藍	淺藍	淡藍	淡藍	淡藍	透明

沉澱物顏色由淡黃土→黃土→黃土棕→棕。

由此實驗可知葡萄糖濃度是漸增的。

六、討 論

1 根據研究一結果我們知道：

- (1) 葡萄糖、麥芽糖、砂糖，都含有能與本氏液交互作用的東西。而且它們與本氏液反應後溶液顏色之所以不同，可能是含葡萄糖量的不同。
- (2) 飯、麵包等澱粉類食物，經咬嚼後與唾液交互作用可使一部分澱粉消化成葡萄糖。

2 根據研究二結果我們發現：

- (1) 葡萄糖能使本氏液顏色由淺藍變淡而至透明。在這交互作用中，同時有新的物質產生，也就是反應放置後看到的沉澱物，若

葡萄糖濃度由低到高，則使本氏液顏色呈現由淺藍、淡綠、透明等變化。同時兩者交互作用所產生的新物質也由少漸多，而使新物質顏色由綠→橘→紅→棕→黑棕等變化。本氏液顏色及沉澱物顏色的變化，使整個溶液顏色產生了淡藍→橄欖綠→土黃→橘棕→紅棕→棕→黑棕等變化，因此根據反應時的溶液顏色的改變，放置後沉澱物顏色及有無本氏液留下情形，可比較出葡萄糖的濃度。當然，由於葡萄糖能使本氏液由淺藍變為透明。那麼濃度越高的葡萄糖溶液就能使更多的本氏液變為透明，而溶液呈現沉澱物顏色，放置後無本氏液色存在。因此，根據能使多少本氏液變為透明的情況，也能比較葡萄糖濃度的高低，而且較準確。

(2) 葡萄糖與本氏液的反應，除了葡萄糖本身濃度外，也受溫度與時間的影響。而且它們相互影響關係也很複雜。若溫度在65℃以上，則在兩、三分鐘交互作用便產生，而且反應很快，由顏色變化可看出。並且在此溫度以上葡萄糖能與本氏液盡量反應。而達到應有的反應。如1 cc.1%的葡萄糖溶液能與4.5 cc.本氏液反應溶液達到紅棕色。但因溫度不同，所需時間也不同。若溫度在65℃以下，交互作用較難進行。尤其在室溫26℃時，低濃度葡萄糖與本氏液反應較高濃度受影響尤深。以1 cc.1%的葡萄糖溶液在室溫時，即使反應時間加長也無法與本氏液反應。而0.5 cc.10%的葡萄糖溶液，只要一兩天時間，在室溫時也能有反應，但無法達到高溫時的反應結果。因此利用室溫時反應的有無，也可比較出葡萄糖的濃度。

3. 根據研究三實驗結果我們發現：

(1) 咬的次數依次由5到30的飯，經稀釋後各取1 cc.與本氏液反應，可使本氏液改變顏色，使反應後溶液顏色依次為黃土→橄欖綠→黃土棕→淺橘棕→棕。放置後溶液顏色依次為含淡藍本液色→淡綠→透明，而沉澱物顏色也依次為黃土橘→淡橘棕→橘棕。由這些結果可知：咬嚼次數越多，飯裡澱粉消化成葡萄糖量越多。而且由咬的次數漸增，可使更多的本氏液顏色透明，而反應放置後溶液不含本氏液的結果中更可得到驗證。

- (2)咬過的飯易消化成過高的葡萄糖濃度，因此與本氏液反應便都產生黑棕色沉澱，而無法根據沉澱物顏色來區別，又因無法取其沉澱物做量的比較，所以即使咬的次數不同，可使米飯中澱粉消化成葡萄糖的濃度有差別，也不易分出來。因此我們只好稀釋後再取出與本氏液反應，這也顯示了用本氏液來比較濃度高的葡萄糖時不易比較，必須加以稀釋。
- (3)飯中加 0.5 cc.到 3 cc.不等量的唾液經交互作用後，再與本氏液反應，依次可產生淡黃土→黃土→黃土棕等沉澱物。由沉澱物顏色可知：唾液越多可使飯中澱粉消化成更多的葡萄糖。
- (4)依沉澱物顏色略黃、黃及量的多少，我們知道：磨碎的米較未磨的米，因可增加與唾液混合的機會，可易消化成更多的葡萄糖，而煮過的米，顆粒粗細影響雖不大，但也略有影響，而且可看出較未煮過的米更易消化成葡萄糖。

七、結 論

吃飯多咬嚼可產生更多的唾液，而且也可使飯更細，增加與唾液混合的機會。再由實驗結果得知：唾液越多，顆粒細，可使米飯中的澱粉消化成更多的葡萄糖，而吃飯時多咬嚼幾下，可具有前二者功能，必更能夠達到更好的消化。由實驗也可證明，咬的次數越多，飯中澱粉消化成葡萄糖量也越多。因此，媽媽這句親切的叮嚀是真實的、寶貴的，它將成爲我們三餐的座右銘。

八、參考資料

- 1.本氏液配製方法詳見國小自然科學教學指引第七冊說明。
- 2.國小自然科學課本第七冊第三課。
- 3.生理化學—大學圖書出版社大學用書上册。

評語：本作品以實驗方法證實日常生活之銘言，非但在研習中體驗了科學實驗的精神，而且在生活習慣上也能因此而有所改進。

優點：在進行實驗中，能把握變因而以控制實驗加以研究，頗可鼓勵。

缺點：此一探討主題，多次出現在歷屆科展中。