

TTC的回眸一瞥 ——

探討TTC變色的真象

國中組生物科第三名

台中市立居仁國民中學

作者：周漢強、廖希文

指導教師：孫國燕、簡志宜

一、研究動機

在我們做過生物上册實驗4-4測定種子中的養分，這個單元之後，不禁讓我們勾起了一個小小的問號？我們不明白為什麼種子要像老師所說，需要浸泡24小時的時間？可以縮短反應的時間嗎？

為什麼TTC溶液不只是使胚芽變紅色而已，連子葉部分或子葉被刮傷的地方也有反應呢？……等等。直到我們親自做了進一步實驗之後又發現更多疑惑……

我們不禁要大膽的假設，TTC溶液到底是不是測糖溶液？TTC有沒有其他的作用或目的呢？

二、研究器材設備

(一)各類種子(玉米、黃豆、菜豆、紅豆、豇豆、花豆、綠豆、豌豆、菜豆) 註：菜豆俗名黃帝豆，以下實驗沿用俗名

(二)0.5%氯化四唑溶液、簡稱TTC。

(三)各種糖類(葡萄糖、果糖、蔗糖、澱粉)。

(四)實驗器材

- | | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|--------|
| 1.燒杯 | 2.培養皿 | 3.鑷子 | 4.解剖刀 | 5.馬錶 | 6.酒精燈 |
| 7.三角架 | 8.石綿網 | 9.火柴 | 10.滴管 | 11.試管 | 12.榨汁機 |

三、實驗過程

(一)研究一：種子浸泡時間對TTC反應時間的影響。

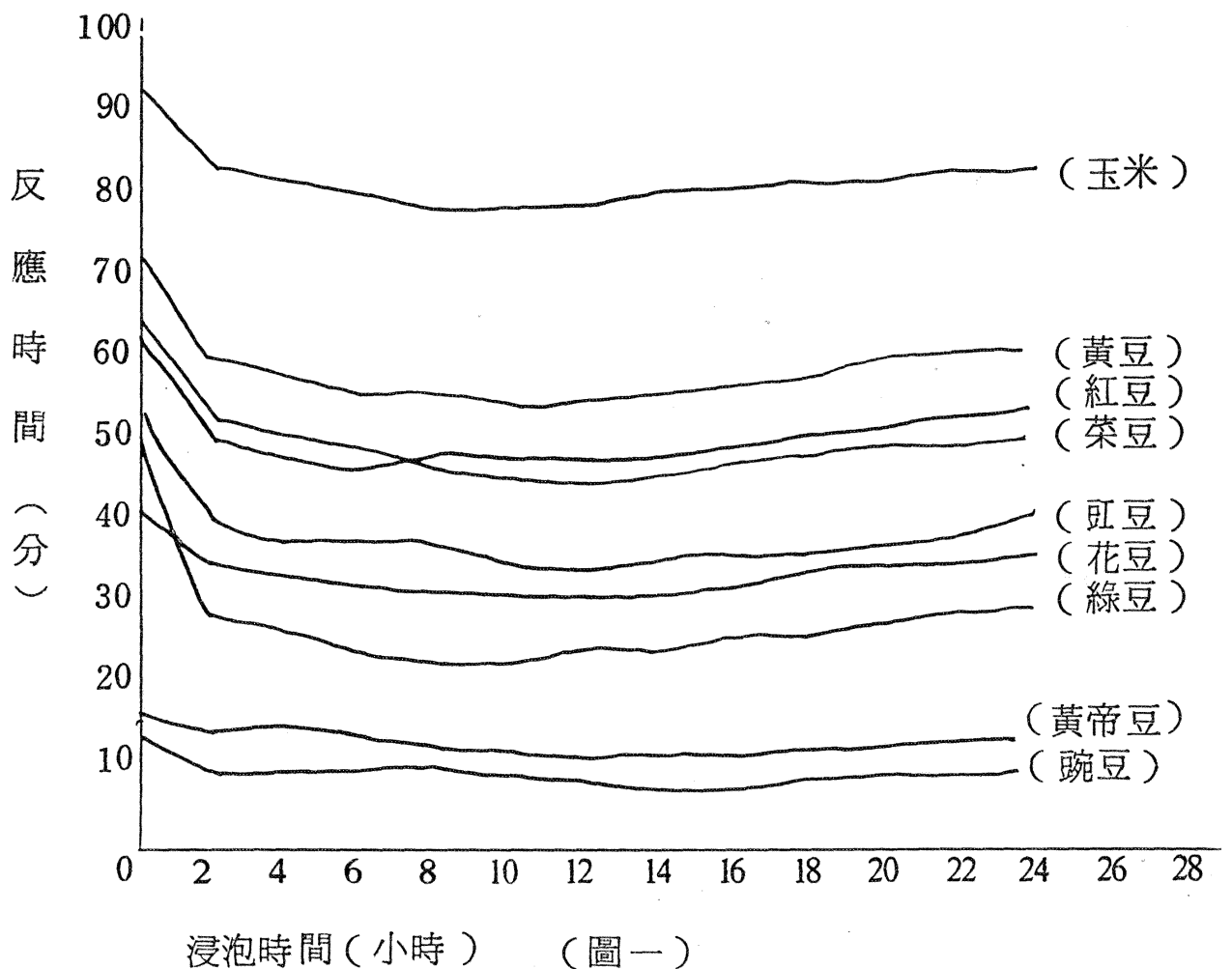
1.方法：

- (1)取數種種子 200 顆浸泡在室溫的自來水中。
- (2)每隔 2 小時取出各 5 顆種子。
- (3)剝去種皮，加入 TTC 溶液蓋過種子。
- (4)用馬錶測量 TTC 變紅色的時間。

2.結果：如表一，圖一。

(表一)

反應時間 (分) 種子	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
玉 米	92	80	79	77	77	77	78	78	77	79	79	80	80
黃 豆	71	58	57	55	55	54	55	56	56	57	58	58	59
菜 豆	63	51	50	48	46	45	45	46	47	47	48	50	52
紅 豆	62	50	50	47	47	46	47	47	48	48	48	49	49
豇 豆	52	39	37	38	37	35	35	36	36	37	37	39	40
花 豆	41	35	34	32	32	32	32	33	33	34	35	36	36
綠 豆	49	29	29	27	25	25	26	25	27	27	28	29	29
豌 豆	13	10	10	10	10	9	8	8	8	9	9	9	10
黃帝豆	17	15	14	13	12	12	12	13	13	14	14	15	15




3. 推論：

- (1) 不同種子浸泡時間相同，反應變色時間不同，其中豌豆和黃帝豆反應最快。（20分鐘內即反應）
- (2) 浸泡時間和反應時間似乎無多大差別（約差2~5分鐘），只比無浸泡者快。
- (3) 浸泡時間超過12小時，紅色反應時間並不隨浸泡時間增加而加快，反而子葉部份與TTC也會變成紅色。
- (4) 浸泡24小時並不適當，且會擾亂結果，適合的是種子浸泡愈久，種皮容易剝下。
- (5) 實驗可選出種皮易剝而且反應速度快的黃帝豆或豌豆，如此不用浸泡24小時。

(二) 研究二：子葉傷痕處和TTC的反應。

1.方法：

(1)實驗組： + TTC → ?
(解剖刀在子葉上刻畫十字)

(2)對照組： + TTC → ?

2.結果：

(1)實驗組刻痕呈明顯紅色。

(2)對照組沒有紅色反應。

3.推論：

(1)子葉刻痕處可和TTC呈紅色反應。

(2)由研究一、二得知浸泡過久的子葉和子葉刻痕處皆可和TTC呈紅色反應，與生物課本所述，“TTC是測定胚芽內的葡萄糖”不符合，那麼TTC到底是不是測糖溶液呢？

(三)研究三：TTC與各種糖類的反應。

1.方法：

(1)各取10ml的葡萄糖、果糖、蔗糖、澱粉放入試管。

(2)各加入5ml TTC溶液。

(3)記錄反應結果有無呈紅色。

2.結果：如表二。

(表二)

TTC	糖			
	葡萄糖	果糖	蔗糖	澱粉
TTC反應	—	—	—	—

“—”表不呈紅色反應

“+”表呈紅色反應

3.推論：

TTC不能和細胞外的糖分產生紅色反應，所以TTC無法取代

本氏液。

(四)研究四：子葉、胚芽與碘液、本氏液的反應。

1.方法：

(1)黃帝豆剝種皮後取帶有胚芽的子葉 2 片。

(2)滴 5 - 10 滴碘液檢驗。

(3)分別取 100 顆黃帝豆的子葉和胚芽，以榨汁機榨汁。

(4)取出 5 ml 汁液加入 3 ml 本氏液檢驗。

2.結果：如表三。

(表三)

	胚 芽	子 葉
碘 液	-	+
本氏液	+	-

“+”表有反應

“-”表無反應

3.推論：

胚芽含有糖，子葉含有澱粉。

(五)研究五：死細胞內的糖分和 TTC 的反應。

1.方法：

(1)實驗組：煮沸種子 + TTC → ?

(2)對照組：未煮沸種子 + TTC → ?

2.結果：如表四。

(表四)

	煮 沸	未煮沸
胚 芽	不變色	紅 色

3.推論：

TTC 不能和死細胞內的糖分發生反應

(六)研究六：呼吸強弱對 TTC 的影響。

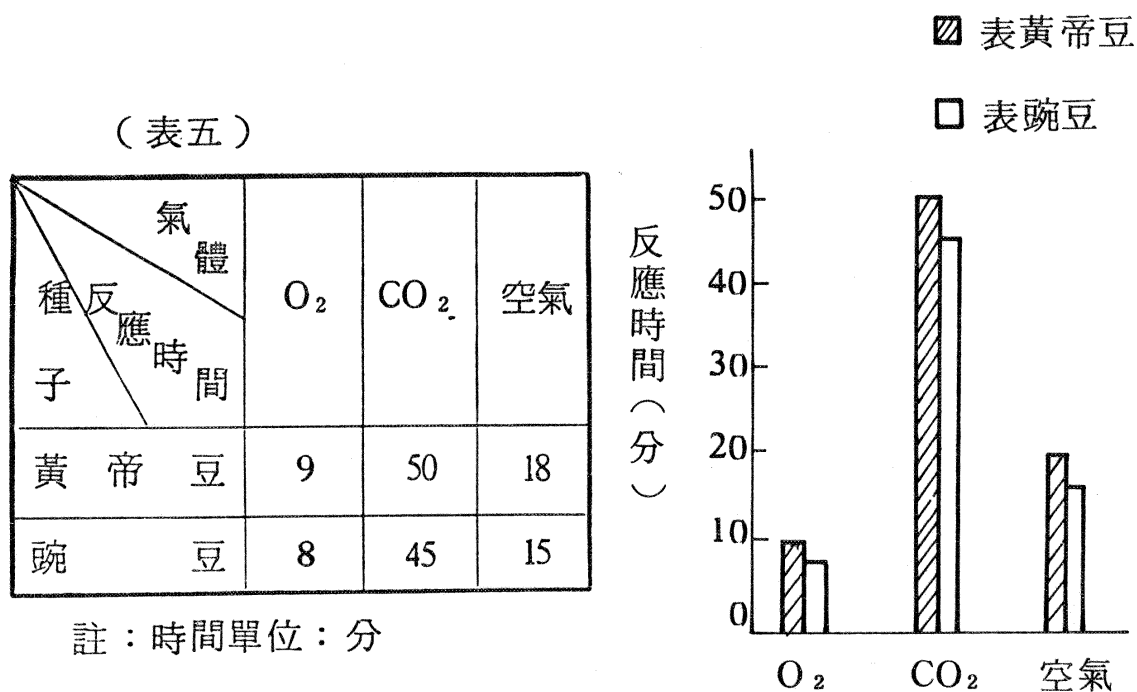
1.方法：

(1)利用排水集氣法收集大理石加鹽酸反應生成的 CO_2 以及雙氧水加二氧化錳產生的 O_2 。

(2)分別在氧氣瓶、空氣瓶、CO₂ 瓶內，各放入 5 顆黃帝豆並加入 20 ml 蒸餾水，浸泡 2 小時。

(3)倒掉各瓶中蒸餾水，加入 20ml TTC 觀察反應。

2.結果：如表五，圖二。



3.推論：

- (1)由圖二可知種子在 O₂，CO₂，空氣的條件下與 TTC 的反應中，氧最快，空氣次之，CO₂ 最慢。
- (2)加強呼吸作用反應相當快。
- (3)抑制呼吸作用反應相當緩慢。

總推論：以上研究可知，TTC 的反應和呼吸作用有關，而並非是測糖反應——與課本不符。

(七)研究七：

- (1)溫度。
- (2)強酸、強鹼對種子與 TTC 反應時間的影響。

1.方法：

- (1)不同水溫 0℃，20℃，37℃，55℃，60℃ 下浸泡種子 2 小時。
- (2)強酸 (H₂SO₄) 浸泡種子。
- (3)強鹼 (NaOH) 浸泡種子。

(4) 2 小時後各加入 TTC 觀察反應結果。

2. 結果：如表六、表七、圖三。

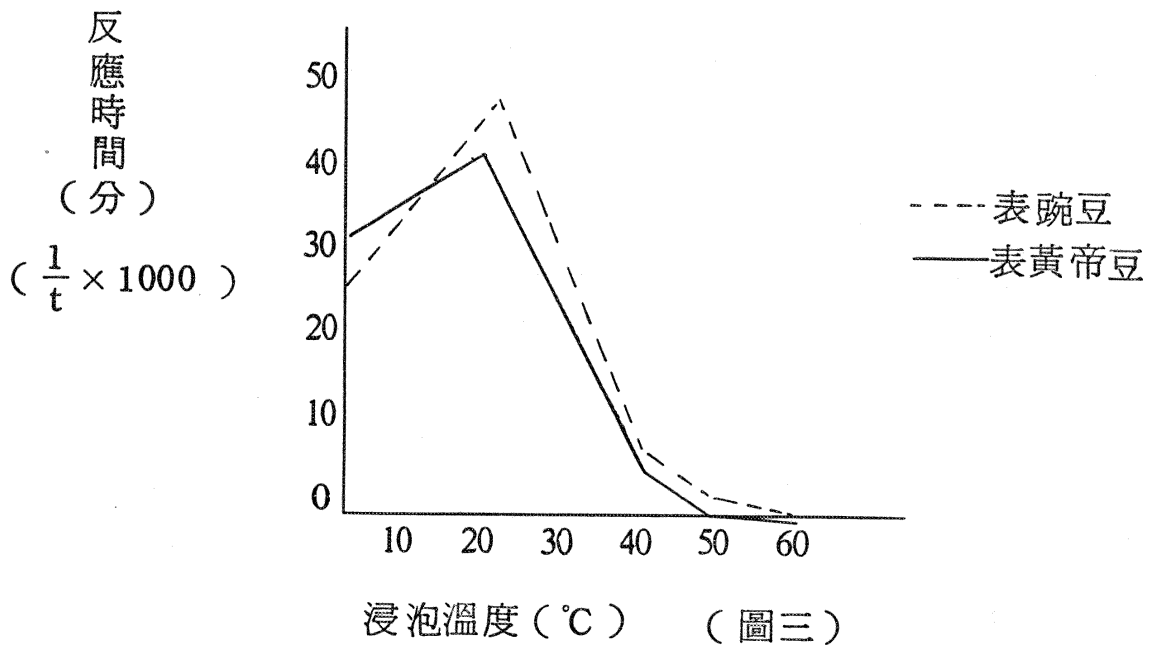
(表六)

種子 反應時間	水溫				
	0°C	20°C	37°C	55°C	60°C
黃 帝 豆	33	25	76	—	—
豌 豆	39	22	68	—	—

(表七)

種子 反應時間	強 酸	強 鹼
	黃 帝 豆	—
豌 豆	—	—

“—” 表示不反應



3.推論：

- (1)由表六知當溫度超過 55°C 時，TTC 無法與胚芽發生紅色反應，與溫度影響酵素的反應結果相同。
- (2)強酸、強鹼下，TTC 也無法呈紅色反應。
- (3)由以上可知，當影響酵素的因存在時，TTC 無法與種子呈紅色反應，表示 TTC 的反應是和呼吸酵素有關，更再次證明出 TTC 非測糖反應的溶液。

四、結論

TTC 不是糖的直接測定液，而是測呼吸作用中的酵素，以間接測定胚芽中葡萄糖的存在，但是，我們發現以下不解的現象：

- (一)浸泡過久的種子，其子葉亦可和 TTC 呈紅色反應。
- (二)子葉傷痕處，亦可和 TTC 呈紅色反應。
- (三)TTC 易受光線影響而變色，干擾實驗結果。
- (四)以我們目前生物的概念，並不能完全了解 TTC 與呼吸酵素反應的所有過程。

(三)植物生理學 易希道編著。

(四)植物生理學實驗 王月雲等編著。

(五)植物學要義 李學勇著。

評 語

- 用各種豆類的種子作實驗，探討 TTC 變色的現象，結果確實認定 TTC 不是糖的直接測定液，而是測呼吸作用的酵素，以間接測定胚芽中葡萄糖的存在……，這個觀念值得鼓勵的。