

國中生物上冊實驗4—4「浸過豆的水和澱粉」的進一步探討

國中教師組生物第二名

臺北市北安國中

作者：蕭禎慧

一、緒言

很多植物種子的子葉或胚乳部分貯藏大量澱粉，當胚芽要生長發育時，因澱粉無法透過細胞膜，所以必須在子葉或胚乳即轉變為糖，再行輸送到胚芽處，供給胚芽發育所需，而這種澱粉轉變為糖的過程又全賴澱粉酶（ α -amylase）的存在。國中生物課本上冊實驗4—4「浸過豆的水和澱粉」即根據上述事實做了一個實驗，證明豆子內的確具有澱粉酶，但在實驗中所用浸豆24小時之浸液，本身已含有糖，所以加入澱粉所產生之糖，易與浸液原有之糖產生混淆不清的現象，難以直接證明浸豆水內確實含有澱粉酶，所以就這項疑竇，展開下列的探討。

首先是採用碘液褪色反應來測定澱粉酶的量，接著就看水稻、蠶豆、花生、黃豆、綠豆、紅豆等七種植物的種子浸入蒸餾水，須時多久有最大量的澱粉酶滲出，又那一種材料最適宜，原因如何，均在討論之列。除此，我們可以從很多文獻得知吉貝素（Gibberellic acid，簡稱GA）對單子葉植物澱粉酶的產生有密切關係，但不知對雙子葉植物是否也有相同影響，所以對此亦有一深入探討，盼這此實驗將有助於我們對澱粉酶的了解。

二、材料及方法

(一)澱粉酶標準曲線的測定：

1 將澱粉酶以連續稀釋的方法配成下述濃度：

20 mg/ml、10 mg/ml、5 mg/ml、2 mg/ml、1 mg/ml。

2. 取不同濃度的澱粉酶各 0.1 ml，加入 5 ml 0.04% 可溶性澱粉液，於室溫作用 20 秒，再加入 1 ml 碘液（6 g 碘化鉀及 600 mg 碘晶體溶入 100 ml 蒸餾水中，使用時再以蒸餾水稀釋 100 倍）室溫下作用 20 秒，立即在 SP 20（Bausch and Lomb “Spectronic 20” 以波長 620 m μ 測出吸光度，並記錄之，此為 OD sample。
3. 取 0.1 ml 蒸餾水，加入 5 ml 0.04% 可溶性澱粉液，再加入 1 ml 碘液，測出吸光度，為 OD starch。
4. $\Delta OD = OD \text{ starch} - OD \text{ sample}$ ，以 ΔOD 為縱座標，澱粉酶濃度為橫座標，繪於方格紙上，即為標準曲線。

(\rightarrow) 種子浸泡蒸餾水時間、種子種類與澱粉酶的關係：

1. 將 1 克的種子（水稻、玉米、蠶豆、花生、黃豆、綠豆、紅豆等七種植物的種子）浸入 4 ml 蒸餾水，放入 27°C 生長箱內，每隔一段時間（3 小時至 120 小時不等）再取出浸液測定澱粉酶的含量。
2. 測定澱粉酶的方法與(\rightarrow)部分完全相同。

(\rightarrow) GA 對雙子葉植物澱粉酶的影響：

1. 將花生分五組處理：

- (1) 不去胚花生 1 克，浸入 4 ml 蒸餾水中。
- (2) 去胚花生 1 克，浸入 4 ml 蒸餾水中。
- (3) 去胚花生 1 克，浸入 4 ml 10^{-5} M GA 中。
- (4) 去胚花生 1 克，浸入 4 ml 10^{-7} M GA 中。
- (5) 去胚花生 1 克，浸入 4 ml 10^{-9} M GA 中。

隔一段時間（3 小時、24 小時、48 小時）取出浸液，測定澱粉酶的含量。

2. 測定澱粉酶的方法與(\rightarrow)部分完全相同。

三、結果與討論

(\rightarrow) 澱粉酶標準曲線的測定

澱粉酶可將澱粉分解為糖，所以澱粉酶愈多，被分解掉的

澱粉也愈多，殘留澱澱量就愈少，與碘液呈色也愈淺，於是 OD sample 愈小，又因 OD starch 固定， $\Delta OD = OD starch - OD sample$ ，而促使 ΔOD 增大，正如圖一所示，澱粉酶愈多， ΔOD 值也愈大，二者成正比例增加。

(二) 種子浸泡蒸餾水時間、種子種類與澱粉酶含量的關係

浸泡過程中，蠶豆、花生、玉米、水稻的種子在外觀上幾乎沒有什麼變化，但黃豆、紅豆、綠豆却有顯著改變。尤其是黃豆，種皮的吸水性特別強，泡 24 小時後，已整個膨脹鼓起，好似一層透明薄膜，覆蓋在種子上。而綠豆浸水 24 小時後，不但種皮膨脹，且有裂開現象，至於紅豆則到 48 小時後才開始裂開。這種外形上的改變，推測很可能對澱粉酶的滲出大有幫助，所以也做了一個簡單的實驗，將種子分二組，一組用刀片由中央切成兩半，另一組則不切，然後浸泡一定時間，測澱粉酶的滲出量，結果發現切開的種子滲出量比未切的多，尤其是浸泡時間愈短，二者的差異也愈顯著。

由圖二發現滲出的澱粉酶隨浸泡時間增長而不斷增加，其中以 24 小時至 72 小時所滲出的澱粉酶量最多，且此時的浸液尙未有腐味及發霉現象，如超過 72 小時，則往往有大量黴菌繁殖，形成一層白色薄膜，飄浮液面上，並產生難聞氣味，大大地影響了澱粉酶的活性，由圖可明顯看出活性降低的情形，假若再以此時的浸液做爲國中生物課本實驗 4-4 的實驗材料，那就不太妥當了。

又由圖二注意到蠶豆、紅豆、綠豆浸液含澱粉酶的量旗鼓相當，量也頗多，且澱粉酶量的大小隨浸泡時間的變化亦頗一致，或許這是因子葉內含澱粉較多，相對地，澱粉酶的量也增加。而花生在浸入蒸餾水 3 小時，即有爲數不少的澱粉酶出現，可能是因花生皮通透性較大，澱粉酶易滲出之故，至於以後的幾小時，仍有澱粉酶源源不絕滲出，但增加速率已比蠶豆、綠豆、紅豆差一些。黃色倒是出乎意料地，產生的澱粉酶比紅豆等略遜一籌，推論可能因黃豆含油質及蛋白質較豐，澱粉較

少，所以澱粉酶亦較少。

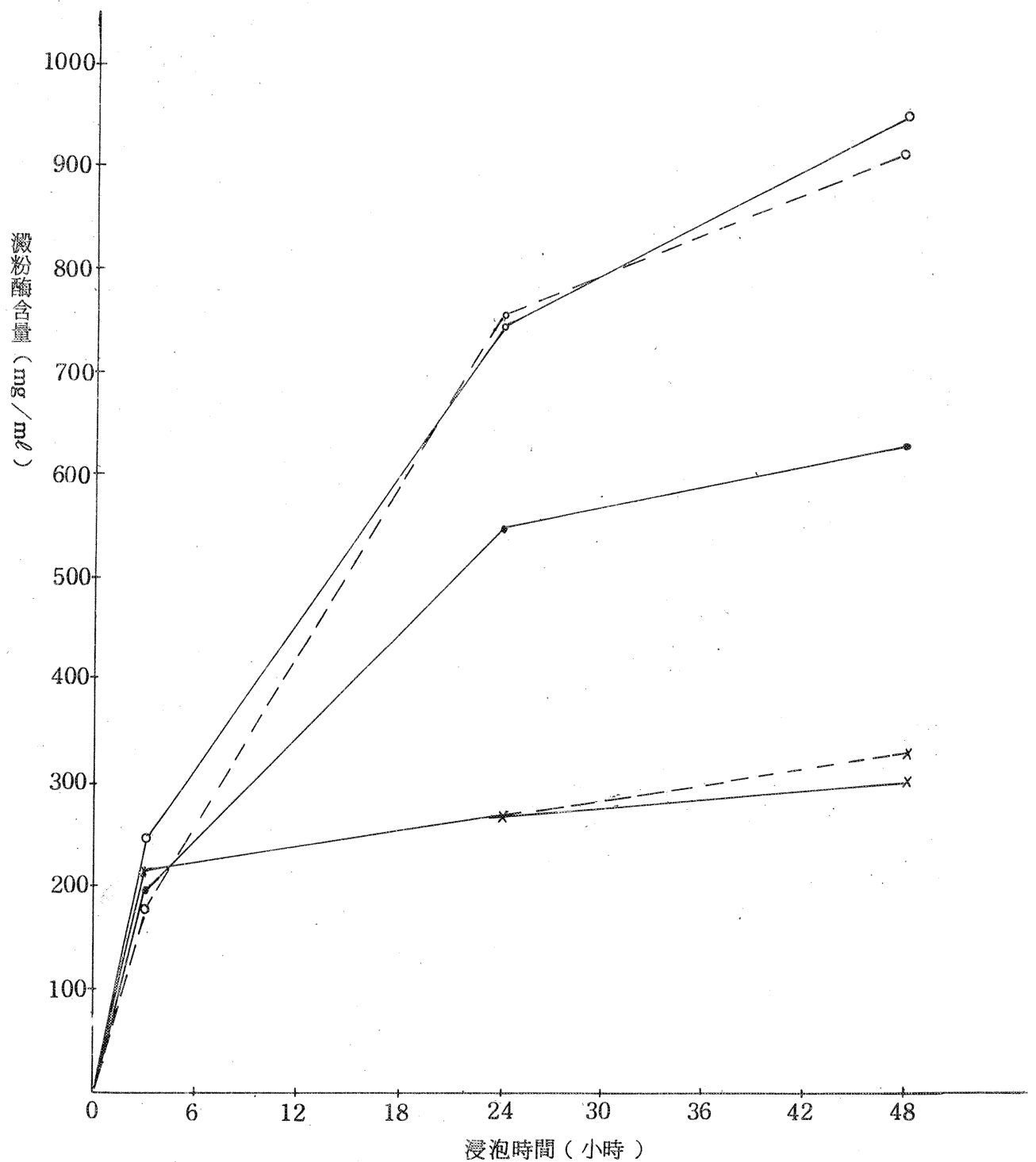
玉米及水稻澱粉酶的滲出量一直偏低，可能是因種皮太厚，不易使澱粉酶滲出，也可能是玉米及水稻種皮通透性較差，造成滲出量的偏低，除此，也可能是這二種植物代謝率比蠶豆、紅豆、綠豆低，一時尚無那麼多澱粉酶合成，當然，也無多量的澱粉酶滲出。至於詳情如何，則有待進一步的實驗證實。

(三) GA對雙子葉植物澱粉酶的影響

玉米、水稻為單子葉植物，而蠶豆、花生、紅豆、綠豆、黃豆則為雙子葉植物，在結果(二)中，已可看出這些種子浸泡後澱粉酶滲出量的變化情形，意外地，好像可以這麼說，單子葉植物澱粉酶滲出量較少，而雙子葉植物則較多。當然，很可能是因單、雙子葉植物種子在基本構造上的差異所造成，但真正詳情只有等待更進一步的解剖與實驗。

單子葉植物澱粉酶的合成已確知受GA直接影響，所以本實驗不再對此深究，而針對雙子葉植物做進一步的探討，又因花生屬雙子葉植物，澱粉酶易滲出，滲出量也多，故決定以花生為研究對象。先將花生分別去胚及不去胚，發現胚對花生澱粉酶的產生有很大影響（見圖三），如去胚則澱粉酶的量大大降低，且浸泡時間愈長，二者的差異也愈明顯，所以推論可能因胚產生了某種物質，促進澱粉酶的合成，因此再進一步以不同濃度GA處理去胚花生，看是否這種使澱粉酶合成增加的物質就是GA。

實驗結果繪製如圖三，顯示在 $10^{-5}M$ GA處理下，澱粉酶量大增，與不去胚花生幾乎無差別，但如GA濃度降至 $10^{-7}M$ ，則使澱粉酶劇減，與去胚花生相仿。而GA濃度再降至 $10^{-9}M$ ， $10^{-11}M$ ，澱粉酶的量似乎又有回升現象，這表示GA對澱粉酶滲出量沒有直接的影響，可能GA只是一連串複雜生理反應的一環，它影響某種生理反應，而此種生理反應的結果又影響了澱粉酶的合成或滲出，因此，雙子葉植物種子的澱粉酶不像單子葉植物種子一樣，受到GA的直接影響，當然



圖三 經不同處理後的花生，浸液內澱粉酶含量隨浸泡時間變化的情形。

- 表示不去胚花生，浸入蒸餾水中。
- ×——×表示去胚花生，浸入蒸餾水中。
- - -○表示去胚花生，浸入 10^{-5} M GA 中。
- ×- - -×表示去胚花生，浸入 10^{-7} M GA 中。
- 表示去胚花生，浸入 10^{-9} M GA 中。

如要確知詳情，也只有等待更多的實驗了。

四、結語

- (一)由實驗結果，我們可以發現蠶豆、花生、紅豆、綠豆都是理想的實驗材料，只要浸水一天即可使用，且使用期限有二天之久，又爲了避免浸豆水中原有之糖的干擾，可以採用碘液褪色反應，同樣會有明顯結果，足供教學之用。
- (二)以前我們僅知 GA 對單子葉植物澱粉酶的產生有直接性的影響，如今由結果(三)可進一步得知 GA 對雙子葉植物酶的產生可能有間接性的影響，至於詳細生理反應過程，則仍有待更多的實驗探討。

評語：1 利用蠶豆、黃豆等水溶液所含澱粉酶（ α -amylase）及澱粉與碘的反應，測定澱粉酶之含量可供教學用參考。

2 實驗條件，需待改進。