

徒勞而不獲——稻穀 在穗上發芽怎麼辦？

高中組生物第三名

台北市立第一女子高級中學

作者：王德馨 等七名

指導老師：林 英 子

一、緒言：

在今天的世界上，人口膨脹已成爲最重要的問題，人口增多，當然食糧需要也增多。在季風的亞洲，稻米是主要的食糧，雖然至今科技昌明，但對於培植種稻仍需人力。農夫經過幾個月的辛苦播種、施肥、除草，眼看稻子就要成熟了，但其間如遇天雨，稻子發芽，那

麼一年的辛苦，豈不就白費了嗎？本實驗即針對此問題而加以研究，將先探討稻穀成熟過程，以作爲預防穗上發芽的參考，並進而研究抑制劑對稻穀在穗上發芽的抑制作用。



二、實驗方法及材料：

1. 實驗用水稻來源：

本實驗所用在萊稻和蓬萊稻係徵得中央研究院植物研究所所長鄔宏藩博士的同意，准於借用該所試驗稻田及儀器，並在生理化學研究室進行實驗，特此致謝！

2. 水稻含水量及乾重量的測定：

每隔三天或七天，從田中採取稻穗，立即剝成一顆顆，然後用精密天平測重，放入燒杯內（做三組重複）再放入 55° C 的烘箱（oven）內，定期取出測量，直到乾重不再減少為止（約需五天），由此可求出水稻的乾重量及含水量。

整穗的乾重量及含水量的測定：方法同上，不同之點是用整穗測重，在穗下第一節剪斷，每一組取十穗平均得之。

3. 澱粉含量的測定（因為澱粉遇碘呈藍色，所以就利用這藍色值來測定澱粉的含量）：

取米粒五顆，脫殼後加 1 N 的氫氧化鈉（NaOH）4 毫升研磨，再倒入試管內，用水浴器煮沸 30 分鐘，冷卻後再加入 1 N 鹽酸（HCl）4 毫升中和，再用 Servall 高速離心機離心 15 分鐘（10000 rpm）取澄清液 0.1 毫升加 1% 酒石酸氫鉀（potassium hydrogen tartrate）0.1 毫升，再加水至 10 毫升，混合後再加碘試液（I₂KI solution 2 毫克碘 + 20 毫克鉀化碘 / 毫升）0.4 毫升，靜置 20 分鐘，呈藍色，用吸光儀測波長 680 的吸光度，即可求出澱粉的含量。

4. 水稻成熟度的測定：

① 外形成熟度的測定：按時間取出，在穗下第一節剪下，立刻將基部插入含有 1% 的紅色染料（Eosin）20 分鐘後取出，將其插入蒸餾水中，再觀察紅色染料上升情形，並照像。

② 生理成熟度的測定：用木板兩片，把稻殼的外殼磨破。

去殼後用 1% 次亞氯酸（Sodium hypochlorite solution）浸五分鐘作表面消毒，再用無菌水沖洗五次，然後分成四組

(對照組、胚、胚乳、未成熟的種子)泡在各種處理條件下，隔夜使用，並在無菌操作台操作，將種子排在含有澱粉的洋菜培養基上，置於 30° C 定溫箱中，以測定澱粉的合成活性。

5. 培養基的配製：

①用 0.01M，PH 值為 7.5 的緩衝液 (Tris buffer) 配製 1 % 的洋菜，並用高壓殺菌 (15 磅壓力，滅菌 15 分鐘)。

②用 0.06M 的磷酸二氫鉀 (KH_2PO_4) 配製 1 % 澱粉溶液，同上法殺菌後備用，以後實驗過程中須要用到時，便加以稀釋來使用。

6. 稻穀發芽試驗：

稻穀去殼後，用次亞氯酸作表面消毒後，用無菌水浸泡一天，再種植於浸溼的濾紙上，於 30° C 定溫箱中三天計數發芽率。

7. 穗上發芽的方法：

以塑膠袋裝水，再用橡皮，把稻穗包起，以觀察其發芽的情形。

三、結果與討論：

1. 水稻的一般特性：圖一、二、三、四是正在開花的水稻。水稻的花是屬於兩性花，由圖一、二、三、四可看出開花時花藥突出於稻殼外，雌蕊在殼內，受粉以後，殼閉合而成種子，未受粉的則不結種子。水稻的收成量受開花時的氣候影響很大，遇到雨天時，受粉率降低，則收成量必降低。

由圖五、六、七、八、九、十、十一，可知稻子在剛開花時，葉子及稻殼都是綠色的，而且水田內充滿著泥，所以此時採樣須穿上高至膝部的長統雨鞋，以免陷入泥中。時間愈久，則稻葉及稻殼就由綠變黃，且稻子因貯藏的養分愈來愈多，所以重量劇增以致下垂，且米粒會逐漸變硬 (大約在第五週後變硬)；約到第七週稻子就倒下 (如圖十、十一)，此時如逢下雨，則稻子易發芽 (見圖十二、十三) (中部地方的水稻以第一期水稻受害較重，北部地方以第二期受害較重，由十四圖即知稻穗

的生長情形)。

2. 穗上發芽的實驗：由實驗得知，開花後第六週的水稻，整穗都能發芽，由此可知稻子在第六週時胚就已成熟了。因水稻是一種無休眠期的植物，所以當年收割的稻子，當年就可播種，而其發芽率以當年收割的稻子最高，時間放愈久，則發芽率愈低。

3. 水稻成熟度的測定：

①外型成熟度：由紅色的指示劑有無上升，就可推測水稻是否成熟。圖十六(1號是第一週，2號是第三週，3號是第四週，4號是第七週)。由圖十六及表一可看出稻子愈成熟的話，指示劑上升愈少。圖十五為實驗組及對照組之比較(2, 4為對照組；1, 3為實驗組)。

由上面結果可知：當水稻還未成熟時，因為還須要多量水分的供給，所以Eosin會上升；當水稻成熟時，因為不須要水分的供給，所以Eosin就不上升了。

②生理成熟度——澱粉酶合成活性：由圖(2)可知澱粉濃度用0.1%則太高，用0.02%又稍低了些，所以我們就以0.04%做為以後澱粉濃度的標準。

水稻種子含有很豐富的澱粉養分，可供種子發芽用。但澱粉是一種不溶於水的多醣類，植物不能直接利用，一定要先把澱粉分解為可溶性醣類，才能被運輸，種子胚發芽時，會產生一種植物荷爾蒙——濫長素(GA)，促使糊粉層(Aleurone layer)產生澱粉酶，把貯藏在胚乳內的澱粉分解。本實驗即利用此原理，把洋菜加上0.04%的澱粉液，冷凝後再放在無菌操作台上種植種子。由澱粉酶由種子分泌到種子周圍，以致於把洋菜內之澱粉分解掉，此時如加碘試液，則因種子周圍有澱粉酶的作用，而呈現出一個透明區，其他無澱粉酶作用的地方，就呈現藍顏色。

由圖十八知未經濫長素處理的成熟米及胚都有透明區出現，而未成熟的米及胚乳，則因胚未發育成熟及不含胚，所以沒

有濫長素產生，當然澱粉酶無法合成，也就不生出透明區。

在另一組（加GA）的實驗中，可以看出未成熟的米、胚、胚乳及成熟米皆有透明區的出現，由此可知胚乳及未成熟米雖然沒有胚製造GA，但如果用GA處理胚乳或未成熟米粒，並在培養基上加GA，則即因加GA的作用，促使糊粉層合成澱粉酶，所以沒有胚的胚乳部分或未成熟米粒皆有透明區的出現。

4. 含水量及澱粉含量的測定：

由圖十九知在萊稻及蓬萊稻的含水量先上升再下降，但乾重百分比剛好相反。又由澱粉含量的測定知受粉七天以後，澱粉含量才劇增。由圖十九知在萊稻和蓬萊稻在受粉三五天後，澱粉含量增加很少，此乃因為此時稻子已經成熟了，不須再有養分和水分輸送，所以第六週後，澱粉的含量就維持穩定不再增加了，此時做發芽的實驗皆可發芽。又由圖二十知整穗的乾重量、含水量、新鮮量之增減情形，借以告訴農夫們：稻米成熟後，重量就不再增加（用整穗定計）不須要等8週以後才收割，只要稻穗重量不增加，就可提早收割，以防遇雨發芽，使產量減少。

四、結論：

1. 水稻的花序是穗狀花序，為兩性花，但異花受粉。開花時的天氣，會影響受粉效率，故為影響水稻收成的一個因素。
2. 稻穀受粉後，其含水量略為增加，第二週以後就一直降低，成熟時含水量約為20%左右。
3. 稻子在受粉後至第二週其乾重百分比稍微降低，以後就一直增加，直到米粒成熟為止，42天以後，就不再增加了。
4. 水稻受粉到第六週米粒就已成熟了，此時如做發芽實驗，皆可發芽成功。
5. 由紅色指示劑及發芽實驗得知：成熟度及發芽實驗互相符合。紅色指示劑不上升的話，即代表水稻已成熟了，所以可用這種

方法來鑑定水稻是否已成熟。

6. 由實驗得知：所試驗的兩種水稻，都沒有休眠性，故成熟後遇到雨季容易發生穗上發芽，造成嚴重的損失。
7. 由實驗得知：水稻發芽時，會合成澱粉酶，把種子內儲藏的澱粉分解為葡萄糖，故澱粉酶的活性可作為胚成熟的生理指標。
8. 由實驗得知：具有成熟胚的種子才有澱粉酶的合成；反之不具有胚或胚未成熟的種子則否。因為成熟胚會製造一種濫長素G A，送到糊粉層的地方，命令糊粉層合成澱粉酶。
9. 胚未成熟及不具胚的胚乳部分，如果用濫長素處理，結果也會有澱粉酶的合成。
10. 中部第一期水稻，北部第二期水稻，剛好碰到雨季，易使產量降低。由實驗結果可給農夫一個啓示：稻子可以提早兩週收割，即可提高產量，又可在收割後的這段期間種些雜作，借以改良土質，又可由於雜作的收穫，提高農人的收入，借以改善生活，豈不是一舉數得嗎？

五、本實驗的預期展望：

本實驗是由1978年10月23日開始著手研究，整整做了七週。水稻從開花到收割，按照一般農夫的習慣約需8週。12月21日我們大抵將實驗完成了，我們希望由這個結果可以給農夫一個啓示：就是水稻開花至第六週後，只要遇到好天氣就可收割，不須等到第8週，所以提早收割是預防水稻發芽的一種消極方法。如果要用化學藥劑抑制穗上發芽，我們可由初步抑制發芽實驗中，顯示任何抑制劑的處理，最好在稻穀或胚未完全成熟前處理，才能得到預期效果。本實驗對於稻穀自開花受粉到成熟階段已有完整資料，並有簡易方法來測定其成熟度。今年第一期水稻成熟前，我們將繼續進行抑制劑處理試驗。

六、圖從略