

112 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試
類 科：農業技術
科 目：作物生理學
考試時間：2 小時

邱哲老師

一、解釋植物光敏素 (phytochromes) 的結構特性，並以光敏素的活性功能，說明遮陰時對植物生長的影响。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★(最難 5 顆★)
2. 《解題關鍵》：熟記光生理講義即可得分

【擬答】：

(一)光敏素是一種色蛋白(chromoprotein)，此色蛋白分子包含兩個部分：一為色素分子(chromophore)，稱為 phytochromobillin，主要由 4 個五碳環連結而成線狀，此色素分子由質粒體(plastid)製造；另一部分為醣蛋白，由粗糙內質網上的核糖體製造。這兩部分以共價鍵相連結：phytochromobillin 以硫鍵(S)和醣蛋白的半胱氨酸(Cys)相接。當光敏素感應到紅光後，phytochromobillin 會在 C 環和 D 環間的雙鍵進行旋轉(cis-trans isomerization)，使得 D 環翻轉上來。這個結構上的改變使得整個光敏素的形狀亦跟著發生改變，因而使光敏素由不具活性的 Pr 轉變為具活性的 Pfr。

(二)Pfr 型態的光敏素會先在自己的蛋白質上加上磷酸根，接著再幫其他蛋白質進行磷酸化，造成該蛋白質的活性發生改變，最後可能造成某些酵素的活化，而使細胞生理機能發生改變。另外一種可能的結果則是最終被 Pfr 活化的蛋白質是基因調節蛋白，調節蛋白活化後會進入細胞核中，並直接與 DNA 結合，促使特定基因的轉錄作用增強。無論 Pfr 影响的層級是酵素活性或基因的轉錄，顯然對植物的生長發育，都造成了重大的影响。鈍化型 Pr 和活化型 Pfr 兩種型態之間的轉換是一種動態平衡，例如遮蔭迴避效應，如果某顆樹木在森林中，其他樹木遮蔽了太陽光，這時候紅外光仍會穿透而來，而大部分的紅光會被上層樹木進行光合作用的葉綠體吸收掉，而光敏素便會吸收較多的紅外光而大部分轉化成為 Pr 型，進而刺激樹木分配更多的養分來進行垂直生長，而樹木自身較高的時候，則會產生相反的情形，偏向 Pfr 型來抑制垂直生長。

二、植物於作為供源(source)的葉片葉綠體中進行光合作用產生醣類後，欲運移至葉片以外的積儲器官(sink)以澱粉的形式儲存，請詳細說明葉肉細胞行暗反應產生的醣類如何由葉綠體轉運至細胞質及其醣類的轉換形式，並說明醣類由葉肉細胞的細胞質轉運至維管束韌皮細胞的機制。(25 分)

1. 《考題難易》：★★★(最難 5 顆★)
2. 《解題關鍵》：熟記碳水化合物運輸講義即可得分

【擬答】：

(一)葉綠體基質是進行碳同化的場所，它含有還原 CO_2 與合成澱粉的全部酶系。葉綠體進行光合作用製造的三碳糖可以在葉綠體中合成澱粉，暫時貯存起來，也可以運出葉綠體在細胞溶膠中合成蔗糖，或者運出葉肉細胞，為植物體的其他器官提供能源和原料。光合中間產物磷酸丙糖通過葉綠體被膜上的磷酸丙糖轉運器進入細胞質。在細胞質中，經過一系列轉化合成蔗糖。

(二)光同化產物裝載包括細胞內(symplastic)運輸途徑及細胞間隙(apoplastic)運輸途徑，細胞內運輸途徑係蔗糖經原生質連絡絲從一個細胞運到另一細胞，因而使蔗糖從葉肉細胞運到篩管單位。而 apoplastic 運輸途徑為蔗糖在某些位點可進入細胞間隙，蔗糖在靠近篩管單位一伴細胞複合體處進行 apoplastic 運輸。但也有可能它們進入整個葉肉細胞之質外體，然後移動到

公職王歷屆試題 (112 地方特考)

細胞。在任何情況，蔗糖都由質外體主動地被裝載而進入伴細胞和篩管分子內，被裝載到伴細胞之蔗糖可經由原生質連絡絲而輸入篩管單位。

三、作物生活史自種子打破休眠發芽起，歷經幼苗生長、根系發育、植株成熟過程中的側枝及側根發育、開花、種子發育、成熟休眠及植株老化等階段，生長期間可能遭遇淹水、缺水、細菌病害、蟲害等逆境，請詳述各階段由那些相對應的荷爾蒙進行生理調控及其所擔任的功能角色。(30分)

1. 《考題難易》：★★★(最難5顆★)
2. 《解題關鍵》：熟記荷爾蒙講義即可得分

【擬答】：

- (一)生長素是對細胞增殖、芽形成和生根有促進作用的化合物。生長素與細胞分裂素一起，控制莖、根和果實的生長，並使莖變成花。生長素是第一個被發現的植物激素。它通過改變細胞壁可塑性來影響細胞伸長，刺激形成層分裂，且引起次生木質部的分化。生長素由頂芽向下運輸能抑制側枝生長(頂端優勢)，並促進側根和不定根的生長發育。葉片脫落是從植物停止產生生長素的生長點開始的。種子中的生長素調節某些蛋白質合成，促使種子在授粉後於花內發育，使花發育出果實以容納發育中的種子。生長素過量時代表對雙子葉植物毒性更大。由於這種性質，已經出現了人工合成的生長素除草劑，包括2,4-D和2,4,5-T。某些生長素，特別是1-萘乙酸(NAA)和吲哚-3-丁酸(IBA)也常用於刺激植物生根。在植物中發現的最常見的生長素是吲哚-3-乙酸(IAA)。
- (二)細胞分裂素(簡稱CK)是調節細胞分裂和芽形成的一類化學物質。因其最早從酵母細胞分離，細胞分裂素曾被稱為激肽。細胞分裂素能延緩組織的衰老，調節植物中的生長素運輸，並影響節間長度和葉的生長。它與生長素有高度協同作用，並且這兩種植物激素的比例影響植物的大多數生長期。細胞分裂素能緩解由生長素引起的頂端優勢。細胞分裂素與乙烯一起促進葉、花和果實的脫落。
- (三)吉貝素(簡稱GA)又稱「吉貝素」。包括植物和真菌天然產生的許多化學物質。研究人員注意到赤黴菌產生的某種化學物質能導致水稻異常生長，因而發現了吉貝素。除促進莖的伸長外，吉貝素還可以花粉管生長。吉貝素在種子萌發中有重要作用。在穀物(水稻，小麥，玉米等)種子中，稱為糊粉層的細胞層位於胚乳的外側。種子吸收水會導致吉貝素的產生。吉貝素被運輸到糊粉層，使其產生分解胚乳內儲存的營養所需的酶。吉貝素能促進叢葉植物抽薹，增加節間長度。在植物發芽後，吉貝素促進其開花。吉貝素也能緩解離層素對休眠的促進和對生長的抑制。
- (四)油菜素類固醇是一類多羥基類固醇。油菜素類固醇已被接受是第六類植物激素，能刺激細胞伸長和分裂，促進向地性，促進木質部分化，提高植物抗逆性，抑制根系生長和葉片脫落。
- (五)一般來說離層素是抑制性激素，抑制芽生長，促進種子和芽的休眠，使最後一組葉變為保護性芽蓋。由於其在新鮮落葉片發現，所以被認為是在葉片脫落的過程中發揮作用。但進一步的研究已經反駁了這一點。在溫帶植物中，它通過抑制生長在葉子和種子的休眠中發揮作用；種子和芽中的離層素被降解時，生長即開始。而在其他植物中，隨著離層素濃度的降低和吉貝素水平的升高，生長開始。沒有離層素，芽和種子將在冬天的溫暖時期開始生長，並在溫度再次下降時被殺死。由於離層素在組織中緩慢降解，其作用被其他植物激素所抵消需要一定時間，因此使植株免於過早生長。在果實成熟期間，離層素在種子內積聚，防止種子在果實內發芽。對於缺水的植物，離層素在關閉氣孔中起作用。植物缺水，根部水分不足後，缺水信號向上傳至葉片，導致離層素前體形成並移動到根部。然後根部釋放離層素，通過維管系統轉移到葉，調節保衛細胞對鉀和鈉的攝取，保衛細胞滲透壓降低並失水，閉合氣孔。離層素存在於植物的所有部分，其在各組織中的濃度調節其作用。其分解影響植物代謝反應、細胞生長和其他激素的合成植物開始生命時，是離層素濃度較高的種子；在種子發芽前，離層素水平下降；在幼苗的發芽和早期生長過程中，離層素水平進一步降低。隨著植物開始長出具有功能性葉片的枝葉，ABA水平開始增加，從而減緩植物成熟細胞的生長。外界壓力，例如缺水或捕食會影響離層素的產生和分解速率，引發靶細胞的一系列生理變化。科學家們

公職王歷屆試題 (112 地方特考)

仍在試圖將這種激素和其他植物激素之間的複雜相互作用結合在一起。

- (六) 乙烯是通過細胞中甲硫胺酸的分解形成的氣體。乙烯在水中的溶解度非常有限，且不能在細胞內儲存，而會擴散出細胞並從植物中逸出。乙烯作為植物激素的效果取決於產生速率與逃逸速率。快速生長和分裂的細胞，特別是在黑暗中，產生更多乙烯。發芽的種子產生較多乙烯並逸出，導致乙烯增多並抑制葉面積增大。而新芽受光照之後，光敏素在植物細胞中產生信號，使乙烯生成減少，促進葉面積增大。乙烯影響細胞生長和細胞形態。當生長的枝條在地下遇到障礙時，乙烯產生大大增加，抑制細胞伸長並導致莖膨脹。所產生的較粗的莖稈可以對阻礙其路徑的物體施加更大的壓力。如果芽沒有到達地面，乙烯會刺激其延長。乙烯使莖有天然的負向地性，向上生長。有研究表明乙烯會影響莖的粗細和高度：當樹木的莖受到風影響時，會產生側向壓力，使乙烯產生增多，進而使樹幹和枝條更粗、更堅固。乙烯影響果實成熟。通常，當種子成熟時，乙烯產生增加並在果實中積累，核蛋白質 EIN2 調控乙烯的產生，其合成受細胞分裂素和生長素的影響。
- (七) 水楊酸活化植物中一些能產生某些化學物質的基因，這些化學物質有助於阻止入侵病原體。
- (八) 茉莉酮酸酯由脂肪酸合成，能促進防禦蛋白的合成，這些蛋白質被用來抵禦入侵的生物體。有研究稱它們也可以在種子發芽中起作用，影響種子中蛋白質的儲存，並且影響根系生長。
- (九) 植物肽激素包括細胞間資訊交流用的分泌肽。這些肽類激素在植物生長發育中起關鍵作用，影響防禦機制、細胞分裂和生長，以及花粉自交不親和性。
- (十) 獨腳金萌發素內酯 (strigolactone) 可誘導根寄生雜草如獨腳金屬、列當屬的種子萌發，也能抑制植物分支。其特殊之處在於對真菌也有生理作用，能誘導叢枝菌根 (Arbuscular mycorrhiza, AM) 真菌菌絲分枝，協助植物吸收養分。

志光 學儒 保成

快速考取 WinWay

五大學習方式 上課超便利



現場面授

名師現場面對面
即時互動解答疑惑



直播教學

即時登入直播跟課
掌握進度免等待



視訊課程

手機APP預約上課
輔導期間 無限重複看課



WIFI看課

專屬WIFI教室
讓你學習時間更彈性



在家學習

使用在家補課點數
即可在家複習上課

以老師授權
科目為主

依各區規劃為主，請洽全國門市

四、以光系統 II (photosystem II, PS II) 為例，說明植物的光捕捉複合體 (light harvesting complex II, LHC II) 的組成、光能傳遞機制及如何將光能轉換為化學能？(25 分)

1. 《考題難易》：★★★(最難 5 顆★)
2. 《解題關鍵》：熟記光合作用講義即可得分

【擬答】：

- (一)位於類囊膜上協助吸收光能的光捕捉複合物 (light harvesting complex II, LHC II) 會因環境的變化移動位置，輔助不同的反應中心收集光能。PS II 反應中心若過分激發，很容易使得 PS II 不活化而有光抑制 (photoinhibition) 現象發生。因此情況下 plastoquinone (PQ) 還原態含量增加活化了類囊體上的 protein kinase，將 LHC II 磷酸化，磷酸化的 LHC II 可能受到相鄰膜體上的負電荷排斥，由膜堆疊區移到未堆疊部位的 PS I 附近，並將其所吸收的能量轉移至 PS I 上，這時的蛋白複合物排列狀態稱為第二階段 (stage 2)。若 PQH2 因 PS I 過份激發而氧化，protein kinase 活性受到抑制，磷酸化 LHC II 會因 phosphatase 作用回復成 LHC II，移回堆疊區後所吸收的能量傳遞給 PS II，此時的蛋白複合物排列狀態稱為第一階段 (stage 1)。
- (二)類囊體膜上的兩套光合作用系統：光合作用系統一和光合作用系統二，(光合作用系統一比光合作用系統二要原始，但電子傳遞先在光合系統二開始，一二的命名則是按其發現順序) 在光照的情況下，分別吸收 700nm 和 680nm 波長的光子，作為能量，將從水分子光解過程中得到電子不斷傳遞。電子從光系統 2 出發：光系統 2→初級接受者 (Primary acceptor)→質體醌 (Pq)→細胞色素複合體 (Cytochrome Complex)→質體藍素 (含銅蛋白質, Pc)→光系統 1→初級接受者→鐵氧化還原蛋白 (Fd)→NADP+還原酶 (NADP+ reductase)，電子傳遞鏈從光系統 2 出發，會裂解水，釋出氧氣，與 NADPH。電子從光系統 1 出發：光系統 1→初級接受者 (Primary acceptor)→鐵氧化還原蛋白 (Fd)→細胞色素複合體 (Cytochrome Complex)→質體藍素 (含銅蛋 循環電子傳遞鏈不會產生氧氣，因為電子來源並非裂解水，此過程此會加速氫離子濃度梯度的建立。光系統一及二中，電子傳遞過程會產生氫離子濃度差，高濃度的氫離子會順著高濃度往低濃度的地方流這個趨勢，向類囊體外擴散。但是類囊體膜是雙層磷脂，所以必須靠通道蛋白進行擴散，這個通道蛋白就是 ATP 合成酶，當氫離子通過時伴隨偶合作用產生 ATP。

志光 學儒 保成 快速考取 WinWay

全方位 智能學習系統

虛實整合 引你入勝

POINT 勝 上課方式最多元

多元學習 新型態 突破傳統上課模式 學習不受環境影響

面授學習 直播學習 在家學習 視訊學習 WiFi學習

· 學習零時差 | 同類科各班別，皆可同步直播上課
· 服務零死角 | 服務緊貼需求，隨時掌握學習狀況

POINT 勝 考點掌握最全面

考試關鍵 不漏接 考前 考中及考後皆可享有 志光 學儒 保成 專業服務

考前叮嚀影片 考前重點下載
線上即時解答 考後影音解題

依各區規劃為主，請洽全國門市

