

113 年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：農業技術
科 目：作物生理學
考試時間：2 小時

一、光訊號影響作物之生長發育，請說明何謂光的可逆性 (Photoreversibility)，並詳述藍光訊號對作物氣孔之調節機制。(25 分)

1. 《考題難易》：★★★★
2. 《解題關鍵》：Photoreversibility、phototropin、zeaxanthin

【擬答】：

(一) photoreversibility 定義：

植物色素光敏色素的 Pr 和 Pfr 形式之間的相互轉換。

光敏色素是植物中一種重要的光感受器，它在調節植物生長發育過程中起著關鍵作用。Pr 和 Pfr 是光敏色素的兩種形式，它們可以相互轉換，這種轉換對植物感知光線環境變化非常重要。

(二) 藍光訊號對作物氣孔之調節機制

步驟：向光素 (phototropin)

1. 藍光啟動 phototropin 的 C 端激酶活性，使之發生自磷酸化。
2. 引發受體下游的細胞膜 H^+ -ATPase 的 C 端磷酸化，進而活化細胞膜的 H^+ -ATPase。
3. H^+ -ATPase 活化後將 H^+ 運動到細胞膜之外，質外體 pH 值降低，膜電位和 pH 梯度加大。
4. K^+ 和 Cl^- 進入細胞，同時，藍光還可以刺激 malate 的合成，以及澱粉降解為蔗糖。 K^+ 、 Cl^- 、malate、蔗糖等，都會增加細胞內溶質的總量。
5. 細胞內容質的增加使滲透勢降低，水分流入細胞，保衛細胞膨壓增大，氣孔打開。

步驟：玉米黃素 (zeaxanthin)

1. zeaxanthin 受到藍光刺激，調控細胞膜上的 H^+ -ATPase。
2. H^+ -ATPase 活化後將 H^+ 運動到細胞膜之外，質外體 pH 值降低，膜電位和 pH 梯度加大。
3. K^+ 和 Cl^- 進入細胞。

二、請詳述何謂複合性逆境 (Complex stress)，並試舉一例說明當作物遭遇複合性逆境時之生理反應。(25 分)

1. 《考題難易》：★
2. 《解題關鍵》：Complex stress、滲透調節、抗氧化保護、抗逆境蛋白、激素

【擬答】：

(一) 複合性逆境的定義：

複合性逆境 (Complex stress) 是指植物同時或連續遭遇兩種或多種非生物或生物逆境的情況。這些逆境因素可能包括：

1. 非生物因素：乾旱、高溫、低溫、鹽害、重金屬污染、養分缺乏等。
2. 生物因素：病原體感染、害蟲侵害、雜草競爭等。

(二) 植物以四種方式適應逆境

1. 滲透調節：

公職王歷屆試題 (113 高考三級)

滲透調節發生於植物面對各類逆境時，逆境會誘導植物的滲透調節基因表達，形成一系列的滲透節物質如 proline 和 betaine 等，藉以提高細胞內溶質濃度，藉以降低細胞的水勢，使植物細胞保持現有水分，亦可從外界吸收水分，維持正常的新陳代謝。

2. 抗氧化保護：

(1) 植物代謝過程會產生活性氧，簡稱為 ROS，這些物質在高濃度的時候，會氧化破壞生物體內的蛋白質、核酸，也會對細胞膜的脂質造成破壞。

(2) 酵素型的一系列分子統稱為抗氧化酶系統，常見的分子為 SOD、CAT、POD 等，葉綠體中亦有獨特的 APX、DHAR、GR，此三者合稱 Halliwell-Asada pathway。

3. 抗逆境基因表達與產生脅迫蛋白：

植物基因體內，有許多基因會參與抗逆境的過程，有些功能是形成轉錄因子，用以調節植物的抗性，另一些基因會轉錄轉譯出蛋白質，這些蛋白質統稱為脅迫蛋白，其功能為穩定細胞膜的結構，如抗凍蛋白、熱休克蛋白。

4. 植物激素的調控：

(1) 眾多植物激素參與了植物的抗逆境反應，包含 ABA、CKs、乙烯、水楊酸、茉莉酸、油菜素內脂、獨腳金內脂等，其中以 ABA 和乙烯的較為重要，ABA 也是評定植物抗旱能力高低的生化指標。

(2) 許多逆境都會誘發植物產生 ABA，以缺水逆境為例，土壤水分不足時，植物的根部會大量合成 ABA，並運輸至葉片累積。ABA 透過四種方式增加植物的抗逆境能力，維持細胞膜的流動性、作為訊號分子、增加 proline 等物質的含量、調控其他抗逆境生化過程。

三、近年來氣候逆境導致農作物產量損失嚴重，請詳述淹水逆境對作物造成之影響。(25 分)

1. 《考題難易》：★★

2. 《解題關鍵》：Ethylene 的作用

【擬答】：

(一) 淹水逆境對植物的傷害：

1. 代謝問題：

作物因為淹水而細胞缺氧，會抑制有氧呼吸過程，大量消耗可溶性醣類，酒精累積。造成光合作用受到阻礙。

有機物分解速率大於合成，會使生物量下降，作物產量降低。

2. 營養失調：

(1) 土壤淹水時，好氧微生物，例如氨化細菌、硝化細菌，生長不良，造成氮元素循環受阻。

(2) 土壤中厭氧細菌，例如丁酸細菌，活性增加，使土壤酸度上升，降低土壤中的氧化還原勢，使土壤中形成許多還原性物質，例如 H_2S 、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 等。土壤淹水時，厭氧細菌活力增加，造成土壤酸化。增加重金屬的溶解度。

3. 乙烯增加：

(1) 根系低氧促使 ACC 的合成，運送至地上部，形成 Ethylene，使葉柄偏上生長 (epinasty)，葉片上垂。

(2) 根細胞缺氧，導致生理生化功能減弱。

(二) 作物對淹水的適應

1. 水稻的根和莖有發達的通氣組織，可將地上部的氧氣運送到根系。

2. 小麥、玉米若根系處於淹水狀態，可以經由誘導產生通氣組織。這是因為缺氧會刺激乙烯的合成，乙烯誘導纖維素酶活性增加，分解皮層，產生通氣組織。

3. 淹水造成的缺氧，會促使植物合成過度多肽和厭氧多肽，可以調節碳代謝，避免有毒物質的累積。

1. 《考題難易》：★
2. 《解題關鍵》：向地性

【擬答】：

(一)水稻根部構造：

1. 胚根 (Seminal root)：由胚芽發育而來，是最早形成的根
2. 冠根 (Crown roots) 或節根 (Nodal roots)：從莖的節部生出，是水稻主要的根系
3. 側根 (Lateral roots)：從主根和冠根側面長出

(二)根的內部結構：

1. 表皮 (Epidermis)：最外層，有根毛
2. 皮層 (Cortex)：包含氣室 (aerenchyma)，有助於氧氣運輸
3. 內皮層 (Endodermis)：有凱氏帶，調控物質進入中柱
4. 中柱鞘 (Pericycle)：可以形成側根原基
5. 維管束 (Vascular bundle)：包括木質部和韌皮部，負責水分和養分運輸

(三)向地性：

1. 生物細胞中感受重力的物質被稱為平衡石 (statolith)，對於植物而言，平衡石是一種澱粉體 (amyloplast)。
2. 根部的平衡石分佈在根冠，莖部的平衡石分佈在維管束周圍的澱粉鞘細胞 (starch sheath) 中。實驗發現， Ca^{2+} 在向重力性反應中扮演重要的角色。玉米根內有調鈣蛋白，在根冠密度最高，該 Ca^{2+} 和調鈣蛋白結合，使細胞下側的鈣幫浦和生長素幫浦啟動，造成細胞下側累積較多的 Ca^{2+} 與生長素，兩者濃度的訊號會往上傳，以影響根系的生長方向。
3. 植物水平放置時，根部依然有向重力性，因為 Ca^{2+} 可能作為 IAA 的庫，吸引 IAA 聚集到下半側，使下半側生長較慢，上半側生長較快，產生下彎。

志光×學儒×保成

穩佔高普 穩穩上榜 做你的神兵利器

高普考進階課程



階梯式課程設計 鞏固考取實力

■ 理論建構縱向連貫

- 01 基礎班
- 02 考前總複習班
- 03 多循環正規班

■ 知識運用橫向整合

- 04 申論作答班
- 05 測驗常考易錯

依各區規劃為主，請洽全國門市