

109 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

一、請說明作物根細胞吸收及運輸土壤無機鹽的機制，並以養分吸收的觀點說明低溫逆境對作物生長的影响。(30 分)

1. 《考題難易》：★★★(最難 5 顆★)
2. 《解題關鍵》：掌握低溫逆境之反應特性與水分礦物質的吸收即可得分

【擬答】：

- (一)土壤無機鹽一般會溶解於水中，以離子的形式隨著水分運送，但是離子在經過細胞膜時則須透過細胞膜上的不同的通道蛋白，以篩選或耗能的方式送入根部，水分與礦物質分子進入植物根部，主要可沿著兩種不同的途徑運送：共質體運輸與質外體運輸。共質體運輸是指水分子與礦物質分子一旦穿過細胞膜，進入表皮細胞的細胞質後，便可以直接經由原生質絲，穿梭於植物細胞的連續性胞質液中，而由表皮穿過皮層、內皮層與周鞘直達中柱；質外體運輸是指物質並不立刻進入細胞中，而是沿著胞外空間或是細胞壁的縫隙移動，但是當物質經由質外體運輸抵達內皮層時，因為內皮層的排列緊密，加上內皮層細胞壁上具有由防水的木栓質形成的構造-卡氏帶，因而阻斷了質外體運輸的路徑，使得物質必須經由進入內皮層細胞的方式，才得以進入中柱。內皮層的卡氏帶在此處扮演了有如控制閘門的角色，控制水分與礦物質進入中柱，並且也可以阻止維管束內的溶質倒流回皮層；因為卡氏帶阻止溶質回流，使得中柱內的滲透壓得以保持比皮層來得高（即水勢能保持比皮層來得低），讓水與礦物質得以源源不絕的流入維管束中。
- (二)低溫對農作物造成的傷害稱作低溫脅迫，其可分為兩種，零度以上的低溫傷害稱作冷害，及零度以下的低溫傷害稱作凍害，作物遭受冷害後，光合作用降低、細胞膜流動性變差，使膜失去了半透性和主動吸收的特性，作物根系對養分的吸收及轉運受到影響，妨礙光合產物和礦物質營養向生長器官輸送，使作物正在生長的器官因養分不足而瘦小、退化或死亡。而凍害除上述影響外還會使作物細胞內和細胞間結冰，導致其組織結構被破壞、葉片失水變黃等，甚至會導致死亡。

二、請說明強光、高溫對作物生長及產量的影响。(30 分)

1. 《考題難易》：★★★★(最難 5 顆★)
2. 《解題關鍵》：掌握逆境的種類與反應特性即可得分

【擬答】：

- (一)高溫、強光照會導致地表溫度升高、大氣乾燥，加快作物水分蒸發，致使作物出現葉片萎焉、新葉乾枯、生理落果、早期落葉等狀況發生。
- (二)產生毒害作用，毒害主要是由於高溫及強光破壞了有氧呼吸，使無氧呼吸及光呼吸比例增大，長時間的無氧呼吸會產生一些有毒性的中間產物，如產生乙醇、乙醛、乳酸等有毒物質
- (三)高溫、強光照會增強作物的呼吸強度，減弱作物光合作用或無法進行光合作用，從而減少營養的合成與積累，分解消耗大量的有機營養，最終使得花芽、幼果等得不到足夠的營養而出現畸形、空洞乃至凋落的情況。
- (四)對一年生作物而言，在開花授粉階段的高溫會影響花粉活力、授粉率、著果數，如玉米，溫度

公職王歷屆試題 (109 高考三級)

高於 35°C，玉米的花粉活力降低；而開花前的花粉分化期若受到高溫影響，會影響授粉率。

(五)導致葉片和果實發生「日灼」造成果腐、葉枯等，尤其是連日陰雨後突然轉晴，溫度驟然升高，更容易引發「日灼」的發生。

(六)加重白粉病、褐腐病等病害以及葉蟎、潛葉蛾等蟲害的發生而影響作物生長及產量。

三、請說明植物賀爾蒙生長素(auxin)、乙烯(ethylene)及茉莉酸(jasmonic acid)在作物生長發育上的功能。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★(最難 5 顆★)

2. 《解題關鍵》：掌握植物十大賀爾蒙的分類與特性即可得分

【擬答】：

(一)植物因受光而產生趨光性是因為有某種化學物質在芽的前端存在，進而能驅使作物生長方向。此化學物質就是生長素(Indole acetic acid, IAA，吲哚乙酸)。吲哚乙酸在植物的葉芽和嫩葉等分生組織中廣泛存在。植物細胞使用色氨酸來合成吲哚乙酸。正如所有的生長素一樣，吲哚乙酸有著多種生物功效，當生長素與 TIR 接受子結合後，便會開啟相關基因的表達，控制作物生長發育，如莖、葉鞘伸長，受光或重力時植物會彎曲生長，不定根及分歧根的生成，木質部分化，果實生長，形成層活化，葉的上偏生長等都有促進作用。生長素有促進單為結果的作用，可使無花粉附著的雌蕊生長及無籽的果實生長。亦有應用於番茄及茄子的著果上。

(二)乙烯(Ethylene，化學式： C_2H_4 或 $H_2C=CH_2$)的生物合成途徑是由楊祥發博士發現的，一般稱為蛋氨酸循環或楊氏循環。合成乙烯的前體物質是蛋氨酸(甲硫氨酸)，先轉化為 S-腺苷蛋氨酸，並在 ACC 合成酶的作用下，生成 1-氨基環丙烷-1-羧酸(ACC)及 5'-甲硫腺苷。5'-甲硫腺苷可以經過一系列反應再轉化為蛋氨酸形成循環，ACC 則可以與氧氣反應得到乙烯。當乙烯與 ETR 接受子結合後，便會開啟相關基因的表達，控制作物生長發育，如三相反應、誘導通氣組織形成、促進果實成熟、促進葉片衰老、誘導不定根和根毛發生、打破植物種子和芽的休眠、抑制許多植物開花(但能誘導、促進鳳梨及其同屬植物開花)、在雌雄異花同株植物中可以在花發育早期改變花的性別分化方向。

(三)茉莉酸的來源，為葉綠體膜的一種脂質，亞麻酸(linolenic acid)。亞麻酸是具有 18 個碳的長鏈狀脂質，經氧化後形成具有五元環的結構，12-oxo-phytodienoic acid(OPDA)；在運送出葉綠體後，OPDA 會進入過氧化體中，並進行三次的 beta 氧化(betaoxidation；beta 氧化，是指脂肪酸因為氧化作用，產生乙醯輔酶 A(Acetyl-CoA)的過程)。每經過一次 beta 氧化，原有的脂肪酸便會脫下兩個碳原子，用以形成乙醯輔酶 A。而 OPDA 在經過了三次 beta 氧化後，最終形成具有十二個碳的茉莉酸。當茉莉酸與 COI1 接受子結合後，便會開啟相關基因的表達，控制作物生長發育，如促進雄蕊發育、塊莖形成、抑制根部的生長，但是 JAs 最廣為人知的功能是在植物遭受物理性傷害後(例如草食性昆蟲所造成的傷口)，誘導植物的系統性防禦，以抵禦草食生物的進一步攻擊。在植物受到草食性昆蟲攻擊時，在傷口處誘導出大量的 JAs，使 JA 訊息傳遞途徑開啟，並促使植物產生蛋白酶抑制劑等物質，讓昆蟲難以消化到口的食物，因而放棄進食。

四、請說明根際促生菌(Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR)促進作物生長的機制。(20 分)

1. 《考題難易》：★★★★★(最難 5 顆★)

2. 《解題關鍵》：

【擬答】：

植物根際促生菌(plant growth promoting rhizobacteria, PGPR)是指自由生活在土壤或附生于植物

根系的一類可促進植物生長及其對礦質營養的吸收和利用，並能抑製有害生物的有益菌類。目前已鑒定出多種 PGPR 菌株，其中主要種類包括芽孢桿菌屬(Bacillus)和假單胞菌屬(Pseudomonas)；而螢光假單胞菌(Pseudomonas fluorescens)在許多植物的根圍都佔了絕對優勢，可達 60% ~ 93%；此外，還包括黃桿菌屬(Flavobacteria)、固氮菌屬(Azotobacter)、固氮螺菌屬(Azospirillum)、腸桿菌屬(Enterobacter)、歐文氏菌屬(Erwinia)、哈夫尼菌屬(Hafnia)、沙雷氏菌屬(Serratia)、產鹼菌屬(Alcaligenes)、節桿菌屬(Arthrobacter)、黃單胞菌屬(Xanthomonas)、克雷伯氏菌屬(Klebsiella)和慢生型根瘤菌屬(Bradyrhizobium)等。植物根際促生菌促進植物生長的機理較多，大體上可以通過直接和間接 2 個方面對植物起作用。PGPR 直接促進植物生長指的是某些植物根際促生菌可合成某些對植物生長發育有直接作用的物質(如生長素、赤黴素、細胞分裂素和乙烯等小分子增強植物對水和養分的攝取、提高植物抗逆性)和(或)改變土壤中某些無效元素的形態，使之有效化而利于植物吸收(如固氮、通過分泌有機酸來溶解土壤中的磷、有些則通過產生鐵載體來絡合土壤中的鐵元素供植物利用)。間接作用指的是某些植物根際促生菌抑製或減輕某些植物病害對植物生長發育和產量的不良影響，如 PGPR 作用於植物時，能激發植物產生「誘導型系統抗性」(induced systemic resistance, ISR) 或者「誘導型系統忍受力」(induced systemic tolerance, IST) 增進植物對病害的忍受力，也可以增加經 PGPR 處理的植物提高對多種非生物脅迫的耐受性，包括重金屬、乾旱、鹽分、肥力低下或過剩、土壤硬度過高、土壤營養元素流失等。

職
王