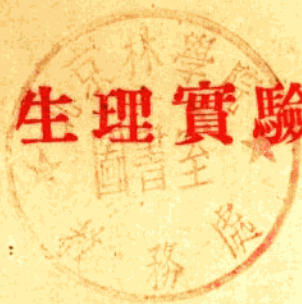


京農業大學推薦交流講義

植物生理實驗指導



植物生理實驗指導

實驗一：植物的發育

李森科院士發展了米邱林關於植物在其生活的不同階段性質各異的理論，他確定了高等植物的發育並不是連續不斷地完成的，而是按着順序更替的各個不同性質的階段來進行的。各個個別階段要求不同的特殊外界條件，在這條件下，植物才能在莖生長點裡進行由量變的累積而引起突然的質變。這質變引起對發育條件要求的改變，為構成器官形成過程的基礎。

到現在為止，在一年生和二年生高等植物個體發育裡，闡明了兩個質上不同的階段，分別稱為春化和光照階段。

一、材料與設備：冬小麥、白菜、蘿卜、菊、黃豆等種子，花盆、溫度計、天平、日光燈、黑布罩、冰箱、溫室。

實驗步驟：

(1)、冬小麥的春化

1、春化：稱取20克已知品種的小麥種子，倒入盛有80℃蒸餾水的燒杯中浸濕，小心攪合種子使之浸濕均勻，用玻片將燒杯蓋上，置放過夜，在此期間內，仍應攪合三至四次。當大多數種子剛破開種皮時，將其放在0-2°C下春化約40至50天。（可將盛種子的燒杯用布包起來，用細繩紮好，放在水箱中或埋在雪裡，為了在春化前使雪不融化，應把雪堆擡大，用麥秸蓋之，且雪堆宜位於陰地。）

2 栽種：當春季，在兩個盛有良好土壤的花盆內進行栽種，在一盆內，深約3-4cm之土中種下12-15粒春化過的小麥種子，在另一盆內、同樣深度之土中，種同

樣品種同樣數目的未春化過的種子，（這些種子皆須破開種皮者）。二盆分別插好標籤，放在光線充足的地方，注意隨時澆水，以保持土壤的適當濕度。

在植物播種後，進行一系列的觀察，將結果填入表內：

發育情況	春化過的冬小麥	未春化過的冬小麥
0 播種		
1 幼苗出現		
2 第三葉生出		
3 分蘗		
4 花莖的生出		
5 抽穗		
6 開花		
7 成熟		
8 收穫		

本實驗指出，冬小麥的正常發育需要某種程度長期的寒冷的影響，在這期間內，它進行春化階段，如不給冬小麥以充足的長期的寒冷影響，它即不進行春化階段，其發育就保持在分蘗狀態，因此冬小麥如在春季播種，如不先經春化，就不能抽穗。

(II) 二年生植物的春化實驗

對二年生植物階段發育的認識。二年生植物階段發育的試驗，在我們實習中具有特殊的意義，因為這些試驗比其他試驗更容易證明當縮短植物生活史到一年時，其生活史變化的可能性。

材料與設備：甜菜，白菜或蘿蔔的種子，花盆、無機肥料。

實驗步驟：

首先將蘿蔔或白菜種子浸於水中，待幼芽剛突破種皮時將其移置在 $2-8^{\circ}\text{C}$ 的低溫下處理 $10-20$ 天，在此期間內，植物進行春化階段發育。

然後將已春化過的幼苗種在盛有肥沃土壤的花盆內，另種植未經春化過的幼苗以作對照。注意要隨時給予必要的管理和觀察並測量植株的高度。

春化過的幼苗約在一個月後即可開花並形成種子，而作為對照者，只形成圓錐根。

根據以上實驗，說明二年生植物的階段發育，並如何可以控制他們的生活史。

(四) 光照階段實驗：

本實驗研究各種植物光照階段過程的必要條件。

材料及設備： 蘿卜、白菜或黃豆等種子。

實驗步驟：

將已經春化的植物種子種植在盛有肥料的土壤之花盆內，待幼苗出土後，放於下列兩個不同的光照下處理：

(1) 種植在長光照下（春季天然光照）

(2) 種植在短光照下（ 10 小時光照）

人工短日照方法是用罩子將植物遮住，每天在一定時間內進行，例如：上午八時將罩子打開，晚六點罩起，共光照 10 小時。罩子是用鐵絲作骨架，四周圍用兩層黑布，用時將罩拉下即可。

	播種	收穫	植物高度(厘米)		自出生到收穫期		植物鮮重(克)	
	日期	日期	長日照	短日照	長日照	短日照	長日照	短日照
長日照植物								
(1) 蘿蔔								
(2) 白菜								
短日照植物								
黃豆								

根據實驗結果，說明晝夜長短，對實驗植物生長與發育的影響。

實驗二：幾種膠體性質

植物的原生質是一種複雜的親水膠體系統，有時是可流動的溶膠，有時呈固體狀的凝膠，植物原生質主要的成份是蛋白質及其他物質的膠溶液，另外有脂肪凝膠澱粉粒等等分散在裡面，原生質中的物質是在連續不斷的相互變化下，時時表現出部份的結聚與膠凝，形成類似纖維的線形網狀的結構。這個起顯微的細微結構貫串在原生質的基本膠溶液裡，使原生質具有帶性和一定程度的彈性，不致使牠在水中完全溶解，並且限制牠的膨脹。原生質膠體的內部構造與性質與植物生命過程有著十分密切的關係。

本實驗說明和原生質有關的幾種膠體性質。

材料設備：

酒精，固體 $AlCl_3$ ，固體 $(NH_4)_2SO_4$ ，甲烯藍溶液，曙紅溶液，阿刺伯樹膠，瓊脂粉末，黃豆芽汁液。

實驗步驟：

I. 親水溶膠的凝固作用

取一克粉末狀的阿刺伯樹膠，加入到100°C沸騰的蒸餾水中，不停地攪拌，直到完全溶解為止。

取三個試管，每管中加 3 C.C. 阿刺伯膠液，在第一管內加 7 C.C. 95% 酒精，將試管倒轉搖動數次，觀察結果。再將滲液傾出一半加入剩下滲液體積三倍的蒸餾水於試管內，觀察並解釋結果。在第二管內同樣加進 7 C.C. 95% 酒精並搖動，然後加約 0.2 克固體 $AlCl_3$ ，搖盪直到溶解，觀察並解釋結果。在第三管內先加約 0.2 克 $AlCl_3$ ，搖盪並觀察，然後加 7 C.C. 95% 酒精，觀察並解釋。用省略表示上列結果及各種試劑對膠體穩定性的影响。

II、植物提取液的凝固作用

壓榨出黃豆芽汁液 50 C.C. 過濾去掉其中懸浮的物體。這樣的汁液中含有許多物質分散成溶液或膠體狀態，後者含有許多植物蛋白質。取四個試管，每管內倒入 10 C.C. 汁液。取一個作為對照保存在冷地方，其餘三個作以以下的處理：1. 加熱煮沸，2. 加等量的酒精，充分搖盪，3. 加固體 $(NH_4)_2SO_4$ 直到汁液飽和，並充分搖盪，將試管靜置數小時，然後仔細觀察管底是否有沈澱存在。解釋鹽析；並說明那個試管中發生鹽析現象。

III、親水溶膠的團聚作用

親水膠體的穩定具有兩個因素，——電荷及水膜。親水溶膠達到等電點時，還保持相當穩定，因有水膜保護，如把兩帶相反電荷的親水溶膠混合時，分離出來微小的液滴，這就是團聚現象。

這些液滴可以連結起來在容器底部形成一層粘液，它們構成一個新“相”，白明膠與阿拉伯溶膠就可以很明顯地表示出團聚現象，白明膠在 $pH 4.7$ 以下時，微團帶正電荷，阿拉伯膠在 pH 很廣範圍內都帶負電荷，靜電力使之聚集，但這力被微團周圍水膜的彈性所阻，因此每個帶電荷的微團保留着它們原有的電荷，但為靜電吸引集成一團。

實驗時配製一 $pH 3.5$ 的醋酸—醋酸鈉的緩衝液並取白明膠及阿拉伯膠用緩衝液分別配成 1% 的溶膠，取一試管，倒入白明膠及阿拉伯溶膠各 5 C.C. 靜放 20 分鐘後，就可以看到團聚現象，然後取出少許團聚物置玻片上並蓋好玻片，在顯微鏡下觀察可以看到團聚物小滴。

IV、膠溶作用與膠凝作用

取 0.25 克瓊脂粉末放入盛有 25 C.C. 蒸餾水的燒杯內，加熱，攪拌成一均勻的溶液，取兩個試管，每箇管中倒入約 10 C.C. 溶液。一管作為對照，靜置不動，另一管待其膠凝時，充分搖盪，或用玻璃棒攪拌，可使牠由固體狀膠凝變成液狀溶膠，再將其靜置，溶膠又逐漸凝結成凝膠，如此可以反復操作的試驗表示細胞在外界或內在條件的影響下，原生質的膠凝和溶膠狀態可以互相轉變。

吸附作用：

在兩個漏斗底放少許棉花並加黏土，須稍壓緊後，再作以下處理，(1)注入15 C.C.的0.2% 曙紅溶液，(2)內注入15 C.C.的0.01% 甲烯藍溶液。

(二溶液中的分子數目的相等)觀察濾液有何改變，那種濾液改變較多？解釋。

植物學

實驗三、細胞的生理、

植物是由一個或許多細胞構成的，細胞內含有原生質，細胞核質體和細胞液，原生質的表面有一層很薄的質膜，外邊是纖維素的細胞壁。質膜具有半透膜的性質，水能透過而溶質不容易透過，因此植物細胞具有滲透作用，成一個滲透系統，植物細胞的吸水能力就是靠着滲透作用。質膜對於各種溶質的透性是不同的，生活細胞、有選擇透性能力，它可以主動地有選擇地吸收各種溶質。

本實驗測定植物生活細胞內的滲透壓，吸水力，並觀察細胞的選擇透性和物質透入細胞內和累積的現象。

材料與設備：蔗糖溶液，澱粉溶膠，I-KI 溶液，中性紅及剛果溶液。Benedict 溶液，NaCl，薑卜，水綿，紫鴨跖草，黃豆芽汁，馬鈴薯，小麥，火棉袋，胡蘿卜，土豆，米。

實驗步驟：

1. 細胞內滲透壓的測定：

取水綿或紫鴨跖草葉表面組織一塊，放在載物片上，在顯微鏡下觀察細胞的正常形態。然後用 0.3M 的蔗糖溶液滴於組織上，可見原生質有從細胞壁分離的趨勢，不久，原生質就顯示脫離細胞壁，這個現象叫質壁分離。用此法可以測定細胞中滲透壓的大小。

取實驗材料的表皮細胞可投入以下各種不同濃度的蔗糖溶液中：

蔗糖溶液 (M)：0.10, 0.15, 0.20, 0.25,
0.30, 0.35, 0.40, 0.45,
0.50,

經過 15-30 分鐘後，在顯微鏡下觀察各種溶液中細胞質壁分離的情形。如果在兩個相差 0.05M 的蔗糖溶液中，一個使細

脆而始有質壁分離的現象，另一個沒有質壁分離的現象時，和細胞液等滲的溶液就在這兩種濃度之間，細胞的滲透壓可以從以下公式求出：

$$\text{滲透壓} = \text{蔗糖溶液的濃度 (M)} \times 22.4$$

試解釋本實驗。如果用 NaCl 溶液，所得結果如何不同，

II. 細胞吸水壓的測定：

取馬鈴薯或胡蘿卜切成約 3 厘米長，2 毫米寬，2 毫米厚的窄條，先準確量其長度，然後放入下列不同濃度的糖溶液內，20 分鐘後再量其長度，如在某種濃度的溶液中，長度不變時，這個溶液的滲透壓即代表植物細胞的吸水壓，根據實驗結果解釋並計算吸水壓。

最初長度(厘米)	蒸餾水	0.1M	0.2M	0.3M	0.4M	0.5M
半小時後長度(厘米)						

III. 火棉袋內物質的透入和累積現象：

取兩個已製成的火棉袋。一袋內放蒸餾水 200 c.c. 另一袋內盛 200 c.c. 2% 的澱粉溶液，用細線把口束緊，然後分別懸在兩個盛有稀 $\text{IK} \cdot \text{I}$ 液的燒杯中，注意觀察火棉袋內溶液顏色的變化，解釋結果，並說明分子大小和物質的累積與膜的透性的關係。

IV. 原生質對於K與Ca離子的透性

撕取有色彩的洋蔥鱗莖表皮一塊，在 KNO_3 溶液(0.05M)浸半小時至一小時後，再投入1M的蔗糖溶液內，可見到凸形的質壁分離，另外用 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (0.05M)代替 KNO_3 溶液，同樣的操作方法，可見到凹形的質壁分離，本實驗證明K和Ca皆進入中質內，引起原生質在發生質壁分離時有不同的形態。

V. 染料滲入和累積在細胞內的現象：

撕取洋蔥鱗莖表皮一小塊，放在載物片上，加一滴0.1%中性紅溶液，蓋上蓋玻片，立刻在顯微鏡下觀察，可見整個細胞呈紅色，10分鐘後，顏色開始大量在液胞內累積，要確定細胞的被染色部分是細胞壁、原生質或是液胞，可將組織放入3.5% NaCl 溶液中使發生質壁分離，結果可看出細胞壁和離開細胞壁的原生質沒被染色，而液胞卻呈深紅色。

另外作一對照，先將洋蔥鱗莖表皮細胞在95%酒精內處理致死，然後依法染色，可見液胞沒被染色而原生質和細胞核都呈黃紅色。

(中性紅是指示劑，在弱酸中呈深紅色，在弱鹼中呈黃色)
本實驗證明，在活細胞內物質經原生質滲入液胞和累積的現象及活細胞液胞與死細胞原生質對染料的反應。

給簡圖表示。

VI. 結冰時，植物組織內冰的形成：

將胡蘿卜結凍，迅速切成薄片在顯微鏡下觀察，可見細胞間隙中有冰結晶，另取紫鴨跖草葉片，亦使結凍，迅速撕取表

皮細胞在顯微鏡下觀察，可見原生質因受凍脫水而收縮，給着表示。

以上兩試驗都說明當外界溫度逐漸下降時，植物細胞間隙的水份先形成結冰核心，當溫度繼續下降時，就會從細胞內吸水而擴大結冰，細胞外結冰，使原生質脫水而體積縮小，因此細胞受到很大壓力其變形甚至死去。

四、糖對植物組織結冰的保護作用：

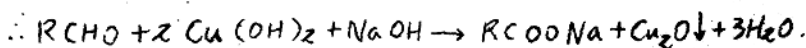
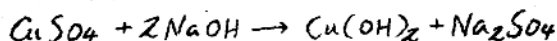
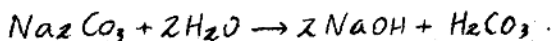
取兩個試管，分別加入 5 c.c 黃豆芽汁，其中一管加入一倍量的飽和蔗糖溶液，另管內加入等量蒸餾水，將二試管放在冰和鹽的冷劑中，使之結冰（可調節至 -10 —— -21°C ）約 10 分鐘後，取出解凍，觀察試管內有無變化，並解釋糖的作用。

四、植物抗寒鍛鍊方法的研究：

取兩組馬鈴薯，一組放在常溫下，另一組放在 0°C 左右下處理約一星期，分別用研鉢搗碎，壓出汁液過濾，取濾液各 5 c.c 於試管內；再倒入等量的 Benedict 氏溶液，將試管放於水浴中，煮沸約 15 分鐘，根據兩組材料顏色深淺之不同，可測定原液內所含糖分的多少。

試就試驗結果，討論植物在低溫下增加糖分對於抗寒的意義。

附：通常測定還原糖多用 Benedict 氏溶液，此溶液主要內含物為 CuSO_4 ，無水 Na_2CO_3 等，遇還原糖後，可用下式表示：



Cu_2O 為紅色沉澱，此量即可表示還糖的量。

實驗四：植物的生長和運動

植物的生長是指重量和體積的增加，就是根、莖、葉及其他器官重量或體積的長大。如果植物器官生長不均衡，改變方向就有運動的發生。

材料與設備：

NaCl 溶液、酒精、羧乙酸羊毛脂軟膏、吡啶丁酸、羧乙酸、黃瓜子、豌豆、蚕豆、向日葵、或玉米、小麥、油菜種子。

苗水、毛筆、棉花、玻璃瓶、錫箔、木匣、沙土、苗床。

I. 植物的生長：

1. 在外界環境不同的溫度、溫度及滲透壓條件下種子的萌發：

(1) 溫度：選取 150 粒均勻黃瓜或水稻種子放在三個培養皿中，每碟 50 粒，然後放上濕潤的沙土將種子埋沒。一個培養皿放在冰箱中，溫度約 5°C ，另一個放在 20°C 溫箱中，第三個放在 35°C 的溫箱中每天觀察並記錄種子中

溫度	萌發率 (%)		
	第一天	第二天	第三天
5°C			
20°C			
35°C			

萌發的情形。

(2) 温度：取四个培养皿，在每碟中放入 80 克乾细砂土，第一碟不加水，第二碟加 2.5CC 水，第三碟加 5CC 水，第四碟加 10CC 水，将土拌匀，然後选取 40 粒豌豆种子，分别在每碟中放入 10 粒，埋在土下，放在 15°C 温箱中，每天观察並記錄种子萌发的情况。

含水量	萌发率 (%)		
	第一天	第二天	第三天
乾			
2.5CC			
5CC			
10CC			

(3) 渗透压：取四个培养皿，每碟内放入 80 克乾砂土，第一碟加 10CC 蒸馏水，第二碟加 10CC 0.25M 的 NaCl 溶液，第三碟加 10CC 0.5M 的 NaCl 溶液，第四碟加 10CC 1.0M 的 NaCl 溶液，然後在每碟中放 10 粒均匀的豌豆种子，放在 15°C 温箱中，每天观察並記錄种子萌发的情况。

渗透压	萌发率		
	第一天	第二天	第三天
0			
0.25M			
0.5M			
1.0M			

根据实验结果，说明温度，湿度和渗透压对于种子萌发的影响。

2. 用分格法測量生長：

(1). 根的生長：取豌豆、或蚕豆种子発芽，俟根長到2cm時，選取4顆幼根長得較直的幼苗，用濾紙把根上所沾的水分吸乾，然後用毛筆蘸畫墨水，從根的尖端開始畫十至十五道，1mm等距離的線格。用棉花將畫好線格的幼苗的子葉部份包好，塞在盛有少許水的試管口，使根尖在較高濕度的環境下生長，每天觀察根部生長的情形，連續兩三天後可看出根的伸長區域。用簡圖表示。

(2). 莖的生長：取向日葵种子発芽，幼苗1—2厘米時，用墨水以等距在幼苗子葉或胚乳的上部劃線，然後放入黑暗處，一二日後可看出幼莖的生長主要在頂端，並用簡圖表示。

II. 生長素對彎曲生長的影响：

配製0.1%的萘乙酸(Naphthalene acetic acid)羊毛脂軟膏。選取生長良好的植物，如蕃茄、黃豆等，用上述生長素軟膏塗抹少許於植物的各種器官上，如葉柄，莖的左右邊，另外塗少許不含植物生長素的羊毛脂於另株植物的相同器官上以作對照，然後把處理的植物，放在適當的環境中生長。

24小時後，觀察並比較不同處理的植物器官有什麼不同的反應，將器官彎曲反應的區域作縱切面，於顯微鏡下觀察並和對照植物作比較。

說明以上生長反應不同的原因並作簡圖表示。

III. 生長素對插枝生根的影響:

把生長調節物(如吲哚丁酸, 萘乙酸等)溶解在少量50%的酒精中, (濃度約500-2000 P.P.m 隨各種植物而異), 然後把酒精溶液調和到粉(普通用滑石粉)中成漿糊狀, 再使之陰乾研碎, 留作以下試驗用。

取銀杏的二年生幼枝或其他植物, 先使其基端潮濕, 再蘸少許粉劑, 然後插枝於苗床中。約一月後, 可見埋入土內部份有根生出。

在用生長調節物促進插枝生根時, 其他生根條件亦必須注意, 如季節、溫度、濕度、通氣等部須適當掌握, 生根才更容易。

IV. 植物的運動:

(1). 向地性:

將油菜种子在25°C溫箱中發芽, 待幼根長至約1厘米長時, 選擇4至6個幼根較直的幼苗, 整齊地排在放有潮濕濾紙的培养皿中, 用鉛筆記下根尖的部位, 然後將培养皿斜立, 二三日後即可看出根的正向地性彎曲, 而幼莖則有負向地性彎曲。

注意發生彎曲的部位並劃圖表示。

(2). 向光性:

將小麥在黑暗中發芽, 待幼苗長到1-2厘米時, 選擇較直立的幼苗數個, 將一半幼苗的頂端罩上錫箔。(用寬1cm的錫箔, 將尖端包上) 另一半不加處理, 然後放在

黑暗匣中，匣的內壁塗黑，一側有一小孔，光線可由此孔進入。射到芽的尖端，經24小時後觀察，有錫箔套的直立生長，無套的向光彎曲，由此實驗可知感受光線的區域。說明結果。

實驗五 植物與水份的關係

植物細胞的正常生理活動需要在水份飽和的狀態下進行。水生植物在自然情況下很容易得到水份，但陸生植物的正常生長、構造和一切生命活動的情況大部是決定於原生質能否取得和保持水份。陸生植物在進行光合作用的時候，將含有葉綠素的葉細胞帶到空氣中，以便得到必需的 CO_2 。可是水份就從葉內經氣孔蒸騰到大氣中去，在日光下，植物得到製造食物的能力來源，也同時增高本身的溫度，這樣又促進蒸騰速度，陸生植物為了保持水份的平衡、以維持正常的生理活動，具有從土壤中吸收水份的根系統、與聯絡周密的水份傳導系統，以供給地上各部分的需要，另一方面有生理的調節、控制水份過度的消耗。本實驗內可看出植物與水份的關係。

材料與設備：

酒精、苯、二甲苯、 CoCl_2 試紙，石脂油，水銀，曙紅溶液，洋絨球，玉米（或小麥）松枝，

氣孔測量器，蒸騰測量器（皆可自製）玻片，橡皮圈，長玻管，鉗軍。

實驗步驟：

(1). 用氣孔測量計測定葉子通氣的程度：（示範）

氣孔測量計為一“T”形玻管，橫臂一端接橡皮管，使其與葉面緊密貼接。（可用凡士林封住。）橫臂另一端連以有夾子的橡皮管。T形管直接插入水容器中（可