

高等學校交流講義

# 植物生理學實驗指導

北京農業大學植物生理教研組編

(內部交流 \* 僅供參考)

中央人民政府高等教育部教材編審處

## 植物生理學實驗指導

書號(8033)

---

新華書店華東總分店總經售

商務印書館上海廠印刷

---

一九五四年八月上海第一次印刷

印數 1-1,942

字數 33,000

定價 洋 3.100

# 目次

實驗一	植物的發育	1
實驗二	植物細胞生理	4
實驗三	植物的生長與運動	7
實驗四	植物與水分的關係	14
實驗五	葉綠素及光合作用	22
實驗六	無機鹽類與植物生長的關係	29
實驗七	植物體內的有機物質及其轉化	33
實驗八	植物的呼吸作用	41

# 植物生理學實驗指導

## 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時期性質各異的理論，他確定高等植物的發育是按着順序更替的各個不同性質的階段而進行的。各個階段要求不同的特殊的外界條件，在這些條件下，植物才能在莖生長點裏進行由量變的累積而引起的飛躍的質變。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的發育裏，闡明了兩個質上不同的階段，分別稱為春化階段和光照階段。

李森科應用階段發育理論，研究出控制植物發育的方法；在實踐中滿足植物階段發育的要求，可促使其較快地通過發育階段。這樣便縮短了其生活史。在選種實踐裏，就應用這種方法可在一年內獲得幾代冬性作物。應用到二年生作物上，在當年可以獲得種子。本實驗研究二年生植物的階段發育。

### I. 二年生植物的春化作用

材料與設備：白菜及蘿蔔種子，土壤、花盆、肥料、木標籤。

實驗步驟：春化處理在春播前20—25日開始。選擇一些二年生植物品種的種子（蘿蔔和白菜），放在燒杯內，加少量水浸濕。小心攪拌浸濕了的種子，使其濕度均勻。將燒杯用玻璃片蓋上，放在溫暖室內約一晝夜。在這段時期內應當再攪拌3—4次。

當大多數種子幼芽剛破種皮時，把它們放在2—8°C的低溫條件下春化。

準備兩個盛有肥沃土壤的花盆，在一盆內播種12—15粒，春化過的種子，深2—4厘米，在另一盆內播種未春化過的種子，種子數目及播種深度如前。在土中插入木標籤。把它們放在光亮的地方，花盆中土壤要適度地澆水。當幼苗出現後，調整植株的數目，在每盆中留3—5株。

在生長期內，觀察植物的發育情況，並每十日測量植物的高度，將結果填入下表：

發育情況 \ 日期	經春化處理的植株		未經春化處理的植株	
	白 菜	蘿 蔔	白 菜	蘿 蔔
播 種				
幼苗出現				
真葉生出				
花莖生出				
開 花				
成 熟				
收 穫				

日 數 \ 高 度	經春化處理的植株		未經春化處理的植株	
	白 菜	蘿 蔔	白 菜	蘿 蔔
播種後第10日				
播種後第20日				
播種後第30日				
播種後第40日				
播種後第50日				

春化過的植株在一個月後即可開花並形成種子，而對照只形成圓錐根。

有些二年生作物，如甘藍、甜菜、偶因氣候特殊，在當年會開花結實，因而得不到營養體的收穫（結球與塊莖）。在選種時，我們可以採取什麼方法來淘汰這類不可靠的品種？

## II. 二年生植物的光照階段（示範）

材料與設備：白菜及蘿蔔種子、土壤、花盆、肥料木標籤、黑布罩。

實驗步驟：實驗如前，待幼苗出土後，取經春化處理的植株及對照各四盆，分爲二組，每組各有二盆已春化的及二盆未春化的植株。將一組培育在自然的長光照下，另一組培育在人工短日照下（10小時光照），即每日下午6時用黑布罩將植物罩起，次晨8時打開。

必須盡量爲培育在長日照和短日照下的植物創造相同的條件，特別是土壤的濕度。下雨時，培育在長日照下的植物的濕度自然要大些，這時爲了調整培育在短日照下的植物的濕度，可以多澆些水。

對植物的發育進行系統的觀察，特別注意其花莖生出的日期與開花的日期，把觀察結果填入下表：

植 株		發 育 情 況		播 種	出 苗	花 莖 出 生	開 花
		已 春 化	未 春 化				
蘿 蔔	已 春 化	長日照下	短日照下				
	未 春 化	長日照下	短日照下				
白 菜	已 春 化	長日照下	短日照下				
	未 春 化	長日照下	短日照下				

根據實驗結果，說明日照長短對實驗植物生長與發育的影響。

## 實驗二 植物細胞生理

植物是由一個或許多個細胞構成的。細胞內含有原生質，細胞核，質體及液胞。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，因而植物細胞具有滲透作用，成爲一個滲透系統，而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的能力，它可以主動的有選擇地吸收各種溶質。

本實驗測定植物細胞的滲透壓，吸水壓，並觀察物質透入與積累在細胞內的現象。

### I. 植物細胞內滲透壓的測定：

材料與設備：洋蔥鱗莖，各種濃度蔗糖溶液（0.25M, 0.30M, 0.35M, 0.40M, 0.45M, 0.50M, 0.55M），0.01% 中性紅溶液，表玻璃 9 片，小鑷子，載物片，蓋玻片，顯微鏡。

實驗步驟：撕取洋蔥鱗莖表皮一塊，放在載物片上，於顯微鏡下觀察細胞的正常形態，然後用 0.50M 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，原生質就脫離細胞壁，這個現象叫做質壁分離。本實驗即用此法測定細胞中滲透壓的大小。

撕取洋蔥鱗莖表皮組織 7 小塊，在 0.01% 中性紅溶液中染色 5—10 分鐘後，同時取出，分別浸入 7 種不同濃度的蔗糖溶液內約 5—10 分鐘，再取出放在載物片上，於顯微鏡下觀察，每種溶液內的洋蔥表皮細胞發生質壁分離的情形。

如果放在兩個相差 0.05M 的蔗糖溶液之中，一個使細胞開始有質壁分離的現象，另一個沒有質壁分離的現象時，則與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：

滲透壓 = 蔗糖溶液的濃度(M) × 22.4 大氣壓。

本實驗如用 NaCl 溶液代替蔗糖溶液，所得結果不同，解釋不同的

原因。

## II. 植物細胞吸水壓的測定：

材料及設備：馬鈴薯或蘿蔔，不同濃度蔗糖溶液（0.10M, 0.20M, 0.30M, 0.40M, 0.50M），米尺，小刀，培養皿。

實驗步驟：取 6 個培養皿，各盛以 10 毫升不同濃度的蔗糖溶液及蒸餾水，取馬鈴薯或蘿蔔，準確地切成約 3 厘米長，2 毫米寬，2 毫米厚的窄條，在每個培養皿內放入 2—3 條，30 分鐘後觀察結果。

如窄條在某種濃度的溶液中縮短時，即表示植物細胞的吸水壓小於該溶液的滲透壓，水份逸出。如窄條伸長時，表示植物細胞的吸水壓大於該溶液的滲透壓，水份吸入。當其長度不變時，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，準確量出窄條縮短，伸長或不變的情形，以確定細胞的吸水壓。

溶 液	蒸餾水	0.1M	0.2M	0.3M	0.4M	0.5M
最 初 長 度(厘米)						
半小時後長度(厘米)						
長 度 變 化						

## III. 物質透入和積累在細胞內的現象：

材料與設備：洋蔥鱗莖，火棉袋，2% 澱粉溶膠，I-KI 溶液，0.01% 中性紅溶液，小燒杯，載物片，蓋玻片，顯微鏡，小鑷，線。

實驗步驟：

(1) 火棉袋內物質的透入和積累現象：

取兩個已製成的火棉袋，一袋內盛 20 毫升蒸餾水，另一袋內盛 20 毫升 2% 的澱粉溶膠，各用線將袋口束緊，分別懸在兩個盛有 I-KI 稀



溶液的燒杯中注意觀察袋內溶液顏色的變化，根據結果說明分子大小和物質積累與膜的透性的關係。

(2) 活細胞中物質透入和積疊現象：

撕取洋蔥鱗莖表皮一小塊，放在載物片上，加一滴 0.01% 中性紅溶液染色，蓋上玻片，立刻於顯微鏡下觀察，可見最初整個細胞呈紅色，約 10 分鐘後，染料開始大量積累於溶液中，繪圖表示。

#### IV. 單價鹽與二價鹽對原生質的不同影響：

材料與設備：洋蔥鱗莖，1M 蔗糖溶液，0.05M  $\text{KNO}_3$  溶液，0.05M  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  溶液，小鑷子，載物片，顯微鏡。

實驗步驟：撕取洋蔥鱗莖外表皮一小塊，於 0.01% 中性紅溶液中染色 5—10 分鐘，移入 0.05 M  $\text{KNO}_3$  溶液中浸 1 小時後再放入 1M 蔗糖溶液中 10 分鐘使之發生質壁分離，取出置於載物片上，在顯微鏡下觀察。

另取洋蔥鱗莖外表皮一小塊，以同樣的手續處理，但用 0.05M  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  溶液代替  $\text{KNO}_3$  溶液也在顯微鏡下觀察結果與上面有什麼不同？繪圖表示之：

本實驗說明單價鹽與二價鹽對原生質有不同的效應，可自所發生不同式樣的質壁分離看出。試解釋之。

## 實驗三 植物的生長與運動

植物的生長是植物重量和體積增加的不可逆的過程，也就是新細胞組織和器官重複的產生。每一生長的器官或部位的生長起初進行得慢，後來便大大加速，達到速度最高點後，又逐漸減慢，終至於停止。

植物雖說是直立不動的生物，但是植物有些部份經常地在轉移位置，特別是在生長區域。由於生長的不均衡引起了生長運動，在特殊的運動器官（如葉枕裏）因膨壓的改變可引起膨壓運動。

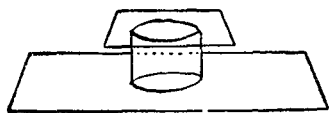
本實驗觀察植物細胞生長的速度，所要求的條件，生長的區域，類似生長素藥劑對植物的效應，以及植物的向光性，向地性運動。

### I. 植物細胞生長速度的測量——示範

材料與設備：輪紋病菌孢子，凡士林，載物片，蓋玻片，玻璃環，顯微鏡，測微尺，時計，溫箱。

#### 實驗步驟：

從輪紋病菌 (*Alternaria* sp.) 菌落裏挑取數個孢子，放在潮濕小室內萌發。小室的製備法是：將一磨過邊的高 $\frac{1}{2}$ 厘米玻璃環放在載物片上，環內滴水一小滴，上面蓋以蓋玻片。蓋玻片下表面滴一滴水或膠液（1%瓊膠+5%葡萄糖或蔗糖）。



用玻璃環製成的潮濕小室

把孢子（或花粉）撒在此液滴表面上，然後稍稍用凡士林塗抹玻璃環邊緣，以使玻璃環不致移動，並保持小室內的濕度。

孢子在  $20^{\circ}$ — $25^{\circ}\text{C}$  下 3 小時內即可開始萌發。此時將小室放在顯微鏡下觀察。顯微鏡附有測微尺，在顯微鏡視野中確定一個孢子，用測微尺測定該孢子芽管每小時生長的速度，記錄結果。

## II. 在不同外界環境條件下種子的萌發：

### 1. 溫度：

材料與設備：水稻種子，培養皿， $10^{\circ}\text{C}$ ， $25^{\circ}\text{C}$ ， $35^{\circ}\text{C}$ ，及 $45^{\circ}\text{C}$ 的溫箱。

實驗步驟：選取 80 粒子粒飽滿的水稻種子，分放在四個培養皿內，並倒入清水 20 毫升，分別放在  $10^{\circ}\text{C}$ ， $25^{\circ}\text{C}$ ， $35^{\circ}\text{C}$ ，及  $45^{\circ}\text{C}$  溫箱內，48 小時後每天觀察種子萌發的情形，計算其萌發率，根據實驗結果；定出水稻種子萌發的三基點（最低最適與最高的溫度）討論溫度和種子萌發的關係。

溫度 \ 萌發率	第三日	第四日	第五日
$10^{\circ}\text{C}$			
$25^{\circ}\text{C}$			
$35^{\circ}\text{C}$			
$45^{\circ}\text{C}$			

### 2. 濕度：

材料與設備：豌豆種子，培養皿，乾砂土， $15^{\circ}\text{C}$  溫箱。

實驗步驟：取四個培養皿，在每碟中放入 80 克乾細砂土，第一碟不加水，第二碟加 2.5 毫升水，第三碟加 5 毫升水，第四碟加 10 毫升水。

含水量 \ 萌發率	第二日	第三日	第四日
乾 土			
2.5 毫升 80 克土 (3%)			
5 毫升 80 克土 (6%)			
10 毫升 80 克土 (12%)			

討論濕度和種子萌發的關係：

將土拌勻，然後選取 40 粒豌豆種子，分別在每碟中放入 10 粒，埋在土下。將培養皿放在  $15^{\circ}\text{C}$  溫箱中，每天觀察並記錄種子萌發的情形，填入上表。

### 3. 滲透壓：

材料與設備：豌豆種子，0.25M, 0.5M, 1.0M NaCl 溶液，培養皿，砂土， $15^{\circ}\text{C}$  溫箱。

實驗步驟：取四個培養皿，每碟內放入 80 克砂土，第一碟加 15 毫升蒸餾水，第二碟加 15 毫升 0.25M NaCl 溶液，第三碟加 15 毫升 0.5M NaCl 溶液，第四碟加 15 毫升 1.0M NaCl 溶液，然後在每碟中放 10 粒均勻的豌豆種子，放在  $15^{\circ}\text{C}$  溫箱中，每天觀察並記錄種子萌發的情形，討論土壤溶液的滲透壓對種子萌發的影響。

滲透壓 \ 萌發率	第二日	第三日	第四日
0			
0.25M			
0.5M			
1.0M			

### III. 植物生長大週期的測定：

材料與設備：豌豆種子，試管，方格紙，畫圖墨水，筆、棉花、濾紙。

實驗步驟：取豌豆種子發芽，幼根長到 1—1.5 厘米時，選取兩個幼根較直的幼苗，用濾紙把根上所留的水份吸乾，然後用毛筆蘸畫圖墨水，在距根尖二毫米處小心的畫一個圈，當墨水稍乾時，用棉花將幼苗子葉部份包好，塞在試管口，使根朝直向下，試管內盛有  $\frac{1}{2}$  高度的水，為避免種子乾燥，可在種子上貼一窄條濾紙，其另一端浸在水面下，在試管外貼一方格紙條，使與根平行，從次日起每日定時按方格紙標記，量出根尖上圈墨以下的長度（精確到 0.5 厘米），並計算這部份在前一晝

夜內的增長，繼續觀察約 12—15 日，至根尖停止生長為止，將結果填入下表：

豌豆	日 數														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
根的生長部份的長度(毫米)															
根的生長部份的增長(毫米)															

以日數為橫坐標，以長度為縱坐標，劃一生長曲線。

#### IV. 用分格法測量生長區域

##### 1. 根的生長區域

材料與設備：豌豆種子，濾紙，毛筆，繪圖墨水，棉花，米尺， $20^{\circ}$ — $25^{\circ}\text{C}$  的溫箱，試管。

實驗步驟：取豌豆種子發芽，俟豌豆的根長到 1—1.5 厘米時，選取兩個幼根較直的幼苗，從根的尖端開始劃十道 1 毫米等距離的線格，按照前法將幼苗放在試管口，並把試管放在  $20^{\circ}$ — $25^{\circ}\text{C}$  的溫箱內，24 小時後用尺測量根上格間的距離，算出其增長值和平均增長值填入下表：

幼 根	增 長 區 ( 毫 米 )									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
平均值										

根據實驗結果，確定根的生長區域：

##### 2. 莖的生長區域

材料與設備：黃瓜，南瓜或向日葵種子，培養皿， $20^{\circ}$ — $25^{\circ}\text{C}$  的溫箱。

實驗步驟：用兩個黃瓜，南瓜或向日葵幼苗為實驗材料，待幼莖長到3—3.5厘米時，按上法自幼芽下胚莖劃二毫米等距離的線格十道，將幼苗栽種於盛有潮濕砂土的培養皿裏，放在 $20^{\circ}$ — $25^{\circ}\text{C}$ 的溫箱內，24小時後，測量格間距離，計算出其增長值，填入下表，根據實驗結果，確定莖的生長區域：

幼 莖	增 長 區									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
平均值										

## V. 類似生長素藥劑對根生長的抑制及刺激作用與其濃度的關係

材料及設備：小麥種子，0.01%萘乙酸溶液，培養皿，移液管，濾紙。

實驗步驟：預備5套培養皿，裏面各放濾紙一張，分別處理如下：

第一皿 倒入0.01%萘乙酸9毫升

第二皿 倒入0.001%萘乙酸9毫升

第三皿 倒入0.0001%萘乙酸9毫升

第四皿 倒入0.00001%萘乙酸9毫升

第五皿 倒入自來水9毫升

溶液配製法為：在第二皿中倒入10毫升的0.01%萘乙酸(NAA)溶液，用移液管吸取1毫升移到第三皿內，並另加9毫升蒸餾水於第三皿使其稀釋10倍，配成0.001%萘乙酸溶液，用同樣方法可配0.0001%及0.00001%的萘乙酸溶液。

在每一潮濕的濾紙上放小麥5顆，將培養皿放在黑暗處，每日觀察發芽的情況，一星期後比較幼根的長度，確定發生抑制作用及發生刺激

作用的濃度，記錄結果。

## VI. 類似生長素藥劑對插枝生根的影響

材料與設備：夾竹桃及大葉黃楊枝條，吲哚丁酸或萘乙酸，50%酒精，滑石粉，苗床。

實驗步驟：把類似生長素藥劑（吲哚丁酸，萘乙酸等）溶解在少量的50%酒精中，然後把酒精溶液混合在滑石粉裏，濃度隨植物而異，約500—2000PPM），成漿糊狀，再使之陰乾研碎。

取大葉黃楊，夾竹桃或其他植物枝條，先使其基部潮潤，再醮少許粉末，然後插枝於苗牀內，約一月後，可見埋入土中部份有根生出，與未醮過類似生長素藥劑的對照枝條比較，並記錄結果。

## VII. 向地性運動

材料與設備：油菜種子，濾紙，培養皿，25°C 溫箱。

實驗步驟：將油菜種子在25°C溫箱內發芽，待幼根長到一厘米長時，選擇6個幼根較直的幼苗，整齊的排列在放有潮濕的濾紙的培養皿裏，用鉛筆記下根尖的部位，然後將培養皿斜立於暗室內，使幼根位於水平地位，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，並繪圖表示。

另外取三個幼苗，用刀片切去根尖的頂端，同樣地放在同一培養皿裏，二三日後觀察切去根尖的幼根有無向地性運動，根據結果，說明根部感受地心引力的部位。

## VIII. 向光性運動

材料與設備：小麥種子，培養皿，錫箔，黑暗匣。

實驗步驟：將小麥在黑暗中發芽，待幼苗長到4—5厘米還沒有突

破幼芽鞘時，選擇較直立的幼苗數個，將一半幼苗的頂端，罩上錫箔，（用寬1厘米的錫箔，裹在火柴尖端搓捲），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，有錫箔套的幼苗直立生長，無套的向光彎曲，由此實驗可知感受光線刺激的區域，說明結果，並繪圖表示。



## 實驗四 植物與水分的關係

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要決定於原生質能否取得和保持水分。陸生植物在進行光合作用的時候，其含有葉綠素的葉細胞應與週圍大氣保持密切的接觸，以便得到必要的  $\text{CO}_2$ ，可是水分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，陸生植物爲了保持水分的根系，與聯絡週密的水分傳導系統，以供給地上各部份的需要，另一方面有生理的調節，控制水分過度的消耗。

植物在逐漸降低的溫度下會在細胞間隙結冰，細胞嚴重脫水，與乾旱受害的情形類似，在驟冷之下發生的冰害，則是由於細胞內結冰，破壞了原生質結構的原故。

本實驗研究水分蒸騰的孔道(氣孔)，蒸騰作用，植物體內傳導水分的組織，及低溫對植物的影響。

### I. 用氣孔測量計測定葉子通氣的程度：(示範)

材料與設備：洋綉球，有色液體，T形玻管，橡皮管，薄杯，凡士林，軟管夾，鐵夾，鐵架。

實驗步驟：氣孔測量計爲一T形玻管，一橫臂接橡皮管，使其與葉面緊密接觸。(可用凡士林封住)另一橫臂連一有夾子的橡皮管，T形直管直接插入盛有色液體的燒杯中。先吸橡皮管中的空氣，再把夾子夾緊，這時因T形管內空氣稀少，水在直管中上升，如氣孔是張開的，空氣就從葉面經橡皮管進入，直管中水分便會下降，下降的速度即可表示氣孔通氣的程度，當氣孔完全關閉時，水柱則靜止不動。

將橡皮管分別貼在葉子上表面和葉下表面，進行觀察並比較液體在管內降落的速度(厘米/時)可看出氣孔數目的差別。