

高等学校教学用书

植物解剖学及 形态学实验

H. C. 伏罗宁著

高等教育出版社

高等學校教學用書



植物解剖學及 形態學實驗

H. C. 伏羅寧 著

張景鉞 吳素萱 譯

朱 徽 王伏雄

高等教育出版社

本書系根据“蘇維埃科學”出版社 (Государственное издательство “Советская наука”) 1953 年出版的伏羅寧 (Н. С. Воронин) 所著“植物解剖學及形態學實驗” (Практикум по анатомии и морфологии растений) 譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為師範學院的教學參考書。

參加本書翻譯工作的為張景鈺、吳素萱、朱澍及王伏雄等同志。

植物解剖學及形態學實驗

Н. С. 伏羅寧著

張景鈺 吳素萱 朱 澍 王伏雄譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

商務印書館上海廠印刷 新華書店總經售

統一書號 13010·239 開本 850×1168 1/32 印張 7 12/16 字數 184,000

一九五七年四月第一版

一九五七年四月上海第一次印刷

印數 1—7,300

定價 (R) ¥ 0.90

目 录

序	5
导言	9
細胞	15
§ 1. 洋葱鳞片的細胞結構	15
§ 2. 在蘊藻叶子中的叶綠体	23
§ 3. 在野玫瑰果实中的有色体	28
§ 4. 馬鈴薯塊莖中儲藏的淀粉	30
§ 5. 在菜豆种子細胞中的儲藏物質	33
§ 6. 向日葵果实中的儲藏物質	38
§ 7. 洋葱头鳞片中的結晶体	39
§ 8. 在梨果实中的石細胞	41
§ 9. 亞麻莖中的韌皮纖維	43
組織	46
§ 10. 蘊藻莖的生長錐	46
附加: 洋葱根尖的細胞分裂	52
§ 11. 紫鴨跖草叶子的表皮	56
§ 12. 接骨木树枝的周皮	60
§ 13. 南瓜莖的机械組織及輸导組織	65
§ 14. 天竺葵叶子上的腺毛	75
§ 15. 蒲公英根中的有节乳汁管	76
营养器官和它們的發育	79
§ 16. 菜豆的胚及幼苗的結構	79
§ 17. 禾本科植物的胚及幼苗的結構	81
§ 18. 叶序	84
§ 19. 乔木及灌木冬芽的結構	88
§ 20. 叶型	90
§ 21. 常春藤叶子的內部結構	99
§ 22. 苗的类型	105
§ 23. 椴树及南瓜莖中起源於頂端分生組織的組織發育	112

§ 24. 松树木質部的結構	119
§ 25. 椴树枝的結構	127
§ 26. 水柳莖的結構	136
§ 27. 紅車軸草莖的結構	138
§ 28. 玉蜀黍莖的結構	139
§ 29. 小麦根尖的結構	143
§ 30. 蚕豆根的結構	147
§ 31. 鳶尾根的結構	153
§ 32. 馬鈴薯苗上的不定根	154
§ 33. 根的类型和变态	157
§ 34. 营养繁殖	161
§ 35. 嫁接	167
§ 36. 营养杂交	171
生殖器官	174
§ 37. 花結構的一般規律性	174
§ 38. 雄蕊的構造	183
§ 39. 花粉粒的結構和萌發	185
§ 40. 雌蕊羣的結構	189
§ 41. 花的圖解及公式	194
§ 42. 花序	197
§ 43. 胚的發育	201
§ 44. 果实	204
§ 45. 整体植物形态的描述	209
附录	213
显微反应一覽	213
显微镜下物体的測量	214
永久显微制片簡單的制作方法	215
检索表使用原則	218
在無叶状态檢定乔木和灌木的检索表	218
按照显微特征檢定木材的检索表	220
植物解剖学及形态学独立工作的补充題材	235
植物解剖学及形态学实验課程的設備	236
材料的收集和准备	240
材料的分配(31个二学时的作業)	243
基本文獻	245
植物解剖学及形态学專門著作	247

序

本实验指导系供师范学院所用，在师范学院中解剖学和形态学的实验作业全部在第一年进行，是和演讲平行的。这二个类型的教学过程虽是紧密联系的，但实验课有它自己的内容和任务。在这一点上，应该能使学生更详细地熟悉一定的具体对象和养成靠显微镜和放大镜的帮助分析植物材料的习惯。这些任务只有靠学生根据一定的计划在家中预习后，在学生和教师最经济地利用了实验课的时间，才能有效地解决。必须指出，当研究形态学时，除了详细研究个别的具体对象外，需要吸收大量的，对整个系统及具体植物所必要的辅助材料。这种材料主要的部分，也可以利用讲题一系列的练习题，适当地到家中去学习。这样预习就不能按照理论课进行，因为实验课有它自己的内容，也因为已经认为紧张地支配了学生的时间。按照实验课的系统，应先有一本专门的参考书在学生手边，这书既能经常地在家中利用，也能在实验室中利用，以准备进行实验工作。

实验指导式的参考书只有和教学计划相符合，才有意义，因为只有这样，才能保持工作的继承性及次序。

本参考书依据学习植物解剖学及形态学的教学计划，计工作62小时。这样的任务决非意味只用一种形式能够解决，我企图从苏联欧洲部分中部地带的条件下选择合适的材料。同时本书所研究的大部分植物在俄罗斯联邦大多数的植物区系中是广泛分佈的。教师可以更换缺少的植物。我认为为了避免太多地增加书的容量，详细地描写许多类似的材料是不适当的。而在参考书中，简略

地敘述實驗作業，根据我們的意見，也不能达到目的。在本書中敘述的材料几乎完全可以像“附录”的“材料的分配”所指出的，在 31 个實驗中进行。只有某些實驗标本可以删除而不破坏課程的完整性（“結晶体”、“向日葵果实中的儲藏物質”、“腺毛”及其他）。如希望更深入地研究适宜的材料，可以参考附录中指出的實驗指导，也可以根据附录中指出的植物解剖学及形态学的独立工作。

在本書中，基本的重点着重於最簡單的同时又是最重要的植物解剖学及形态学原理，这种知識对生物学教师無疑是必要的。器官的研究是在它們的作用、个体發育及尽可能地在系統發育上进行的。

所引用的显微鏡技术，無疑是必要的方法。当有可能时（或个别的优良学生有这种願望时），教师可以补充許多方法，可是这並不是本實驗指导的任务。在附录中描写的和包括在某些實驗中的許多显微技术的方法，可以在教师的指导下进行。

当研究解剖学及形态学时，显微鏡是基本的光学仪器。它在以后几年的學習中（植物分类学、組織学、生理学）繼續要被学生使用。植物解剖学及形态学（动物学課程中也随时要接触到显微鏡，这个問題無疑也是必要的）第一次實驗課要負起培养正确使用显微鏡的習慣的任务。学生不可能在現在的課程中深入到显微鏡結構的物理原理，因此这一部分已根据可能而精簡了。研究显微鏡是在用它工作时同时进行的。应用显微鏡的基本規則是和第一个實驗配合的，並必須在全部課程中重复这种規則，直到学生能独立使用。

研究生物学时，特別是生物学的形态方面，作为一种認識的方法，繪画起着巨大的作用。依靠繪圖的帮助，可以表达最主要的結構。像在實驗时所表現的那樣，学生第一次實驗常常發生錯誤和很不善於繪圖。因此在本書中許多地方印了学生的圖及圖的輪

廓。其中包括許多示范的材料，主要利用显微照相及模式圖。这些圖可以帮助学生在家中預習，但不能用作摹本、用作繪詳圖时的做倣或直接临摹。另外一个特点是在本書形态学部分有大量的圖；这里这些圖是参考字典的性質，由此，学生可以研究腊叶标本和了解必要的術語。

本書附录中的檢索表可以在实验課中利用，也可以在实验課外利用。这种工作異常有益，因为可以充分养成邏輯的思維和判断材料的能力。

深切地感謝特蘭科夫斯基(Д. А. Транковский)对我們写作本書的帮助。

作者



导 言

在極大多數的情況下只能用顯微鏡來研究植物的結構。生物學家應當完全精通顯微鏡的性能和善於用最好的方法發揮它的作用。深入的顯微鏡的知識，只有經過幾年的獨立工作後才能獲得。但是即使在最初認識顯微鏡和熟悉使用顯微鏡的技術時，也必須掌握正確的方法，沒有正確的方法顯微鏡檢驗，不可能得到清晰的結果。

從第一次實驗開始，就必須掌握工作方法。首先要介紹顯微鏡的構造。

在圖 1 中顯示國產顯微鏡（生物顯微鏡 M-9）的基本部分。在實際工作中可能碰到多種多樣的顯微鏡，或是簡單些，或是複雜些，但是它們的基本部分幾乎是完全一樣的。

顯微鏡可以分為：1) 保證成像的光學部分和 2) 機械部分（鏡架），用於裝置光學部分。

屬於光學部分的為：

- 1) 物鏡，
- 2) 目鏡，
- 3) 反光鏡，
- 4) 光圈，
- 5) 聚光器，
- 6) 顯微鏡的鏡筒，在它頂端的孔中放入目鏡，下部裝有物鏡轉換器。

屬於機械部分的（鏡架）為：

- 1) 鏡座,
- 2) 执手,靠傾斜关节固定在鏡座上,
- 3) 粗配焦器(用作快而粗放地对准焦点),
- 4) 細配焦器(用作精細地对准焦点),
- 5) 載物台,帶有用以固定切片的压片夾,
- 6) 鏡頭轉換器,具安裝物鏡的孔,固定在鏡筒的下部。

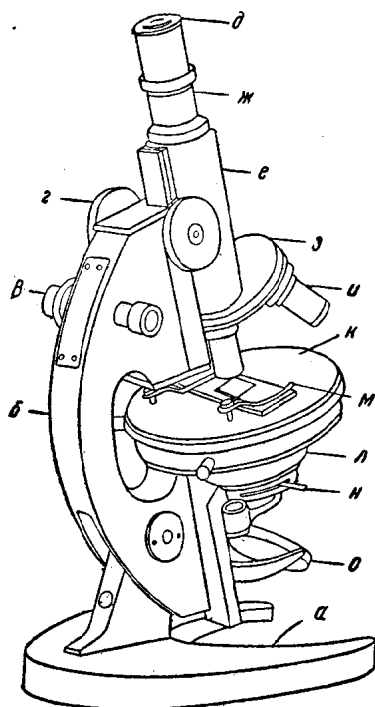


圖 1. 顯微鏡的結構:

a —鏡座; b —执手; c —細配焦器; 2 —粗配焦器; d —目鏡; e —鏡筒; 3 —鏡頭轉換器; u —物鏡; k —載物台; n —聚光器; m —压片夾; o —光圈的操縱桿。

研究用的實驗標本放在顯微鏡的載物台上直接在物鏡之下,使光線從反光鏡由下向上反射。由聚光器集中的光線透過實驗標本(因此實驗標本應當是透明的)和射在物鏡上,物鏡產生放大的倒的實像。這個物像像在放大鏡中一樣,再在目鏡中去觀察。因此我們的眼睛所看到的最后的物像是放大的、倒的虛像。倒置的像一点也不妨碍生物学上的研究,但常常使初學者發生困難,特別是运动的實驗標本,例如向一个方向“逃跑”后,希望向那边移动實驗標本时,要向反的方向移动。可是關於这种顯微鏡的特性,工作者經過几次初步的實踐后就会習慣的。

在成像中物鏡起主要的作用,而顯微鏡的質量也首先依靠物鏡的質量。目鏡只是放大物鏡

所構成的像，但是不能在其中增加新的清晰度。假如物鏡產生模糊的物像，僅有很小的清晰度，則高倍的目鏡只能錯誤地放大。這樣的放大是徒勞無益的，因為物像的質量不僅依靠物像的絕對大小（直線的放大），還依靠清晰的程度。這種清晰度是實驗標本本身所有的不同。可以用一個例子來說明，如果用投影裝置從書上投射某一個圖時，它的形象在幕上可以隨便大小，但是並不能比原來的圖出現任何新的清晰度。

物鏡和目鏡配合所獲得的一般倍數是用物鏡和目鏡原有的放大倍數的乘積來表示。學生用顯微鏡一般用 7、10 和 15 的目鏡，8 和 40 的物鏡。這個數字表示它們原有的倍數。低倍目鏡 ($7\times$) 與低倍物鏡 ($8\times$) 的配合一般放大 56 倍。高倍的目鏡 ($15\times$) 與高倍的物鏡 ($40\times$) 一般放大 600 倍。這是學生顯微鏡僅能有的最小和最大的倍數。但是在開始工作時最好完全避免使用高倍的目鏡，用 7 及 10 倍的目鏡就足夠了。相反的，低倍的和高倍的物鏡要經常地旋在鏡頭轉換器上，為了可以很快地從低倍轉為高倍。用低倍鏡時產生比較寬廣的視野，可以作實驗標本的一般觀察和認清相當的部分；用高倍鏡時，應該把注意力集中在研究實驗標本的某些小部分的細節上。

低倍和高倍的物鏡具有不同的光學能力，光學的能力依靠它們的焦距和所謂物鏡的開口。焦距決定目鏡所產生的倍率。但是，我們已經懂得物像的質量首先並非決定於倍數，而是決定於清晰度的存在。因為本來顯微鏡檢驗的目的在於研究標本的細微結構。物鏡表達細微結構的能力（所謂解像力）首先決定於物鏡的開口。確定開口的標誌之一是物鏡的光軸和進入該物鏡的光線最多時所成的角度。正確的說是這角度的正弦。光圓錐通過前面的（正面的）物鏡的透鏡愈寬，則物鏡開口愈大，物像的質量愈高。例如低倍物鏡 ($8\times$) 進入較狹的光線，它的開口率等於 0.20。則這

个物鏡所構成的放大物像我們不能觀察到像在較高倍的(40×), 開口率 0.65 的物鏡所觀察到的詳細情況。如果取去目鏡而在鏡筒中觀察, 可以測定進入目鏡的光量。在鏡筒深处好像看到了所謂物鏡的孔口, 完全的或部分的照耀着光線。为了充分利用物鏡的開口率和它的解像力, 必須使孔口充滿着光線均勻的小圈, 几乎到最邊緣。並可应用照明設備按所說的去。用低倍鏡工作时, 可以不用聚光器, 用平面的反光鏡就足夠了, 因为只要改变自然光的道路。同时应当注意不要被窗欄或其他物体擋住光線, 以免減少光源进入反光鏡。如果光線从平面的反光鏡不能完全充滿孔口, 則可改用凹面的反光鏡。此時光線集中在一点, 然后反射出来充滿整个孔口。如果用高倍物鏡而光線不能充滿整个孔口时, 則在标本之下安置聚光器, 經過計算, 由平面反射鏡反射的平行光線(凹面反射鏡不能使用聚光器), 在聚光器中折射而在标本的平面上相交。然后, 光線寬的圓錐进入物鏡。在开始工作而調節光線时, 必須取下目鏡並轉动反光鏡, 使鏡筒的深处得到均匀光線的小圈。这样就能更好地利用目鏡的開口率。光圈在此时應該大大地打开。關於应用較窄光圈的孔口將在下面描画标本时說明。

用显微鏡工作时必須遵循下面的規則:

1. 用显微鏡工作时不要性急和有激烈的动作。
2. 在任何螺絲轉动有困难时絕不能使力, 应当查明並消除障碍, 最好向教員請教。
3. 保持整齐清潔, 尽力保护显微鏡避免灰塵, 因为灰塵落到透头上会擦損鏡頭。不仅是試剂, 即是水留在显微鏡上都能損坏显微鏡。工作后所有机械部分要仔細地擦干淨。
4. 要特別細心地保护物鏡、目鏡和聚光器的光学透鏡, 光学玻璃比一般玻璃的堅固性小得多, 容易損坏。擦光学透鏡时只能用

亞麻布或麻布的擦布[⊖]拭拂多次。甚至很小的細砂落在擦布上也会在擦鏡時完全損壞物鏡。

5. 不要用力壓着擦布去擦透鏡，而要繞着物鏡或目鏡的軸旋轉，因為可能發生環行的傷痕，不像輻射狀那樣嚴重地影響物鏡的能力。

6. 工作後將低倍物鏡轉對鏡筒，因為經過鏡筒落到鏡上的灰塵，很容易從低倍物鏡上除去。

開始準備實驗標本之前，必須建立模範的自己工作的地方，即正確地坐下、正確地放置顯微鏡、器具、練習本，直到課程結束。

圖2表明工作地方的一般佈置。

只能坐着用顯微鏡工作。如果椅子太矮，必須墊一些東西在坐位上，但無論如何不能站着。使用顯微鏡必須採取寫

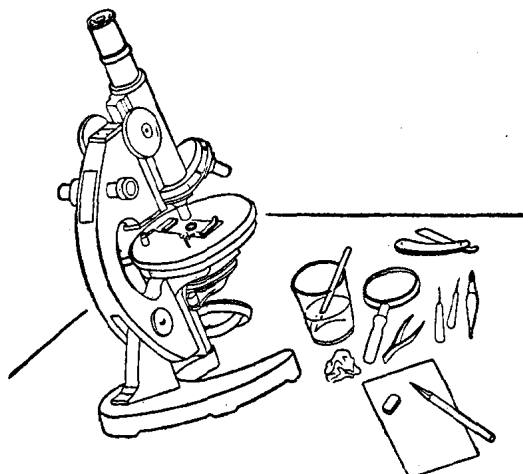


圖 2. 用顯微鏡工作時，工作地方的佈置。

信那樣的姿態才不緊張：直着身體，應當幾乎緊緊地靠着桌子。如果離目鏡還是過高，可以稍為傾斜顯微鏡。傾斜度應當不大於圖1所顯示的那樣，否則水會從實驗標本上流出。最好完全避免傾斜。

以舒適的姿態坐着對光。放置顯微鏡要使執手向着自己，與

⊖ 也可用專為揩拭透鏡的拭鏡紙——譯者。

桌子的邊緣垂直。

把顯微鏡放置在對着左邊肩膀，離桌子邊緣2厘米的地方。
在課程結束前不要移動。

在對着右邊肩膀與顯微鏡旁邊空的地方準備實驗標本。在這個地方放置用來畫實驗標本的圖和記錄用的工作本子(圖2)。

對着右肩膀稍遠的地方，放置一副工作用的器具：一杯水和滴管(或者小玻璃棍)、兩個解剖針、載玻片和蓋玻片、擦玻片的擦布、放大鏡和用來取下切片的毛筆。在以後的課程中還要增加一把剝刀、一個鑷子、解剖刀和一塊小的裁開的濾紙。

在整個實驗中只需對一次光。開始的時候必須決定從怎樣的光源取光。在實驗室的條件一般利用自然光。但是，不能利用直射的太陽光。

為了迅速，而以精確的方式來對光，用低倍物鏡，開足光圈和取下目鏡。然後從上面向顯微鏡的鏡筒中觀察和轉動反光鏡，尋找窗口最光亮部分的映象。必須使整個光的小圈在鏡筒深處看起來光線是均勻的。再放上目鏡並檢驗光的均勻性。整個視野的光線應該是均勻的。

在低倍目鏡對光時要取下目鏡並打開光圈。

當利用燈光時，如果桌子靠近光源，可取平面的反光鏡，如果光源離得遠而同時用高倍時，必須用凹面的反光鏡。在用燈光時可以應用有毛玻璃燈泡的電燈或者在光圈下放置一塊毛玻璃。

載玻片和蓋玻片應當在工作開始前擦乾淨。因為蓋玻片薄而易碎，擦的時候要特別小心。一般放在左手的兩個手指中，拿住蓋玻片的邊緣，而用右手的大拇指和食指以清潔的軟布很自然地來回擦。然後呼氣在玻片上但絕對不能壓，用右手的手指同時擦玻片的兩面。在載玻片上應當預先滴一滴水，其大小正好不流出來。

細胞

§1. 洋葱鳞片的細胞結構

(*Allium cepa*)

我們从研究細胞开始。洋葱的表皮對於細胞的研究是最好而且容易作到的制片标本之一。

普通洋葱的葱头是由莖(鳞莖盤)及肉質的叶——鳞片所組成的縮短的苗。在鳞片中共聚了营养物質。每一鳞片(像平常每一片叶子一样)的兩面盖着一層細胞所組成的薄的表皮。为了准备制片,从鳞片上割下一塊,从它的里面凹下的一面用鑷子剝下一薄片——表皮。为了使活的細胞不干掉也不遭受損害,迅速地把表皮移到准备好的載玻片上的一滴水中。應該这样安置表皮,使得它沒有縐紋和歪曲。然后將盖玻片小心地从上面放上,为了放置盖玻片應該以大拇指和食指拿着盖玻片隣近的兩個角,並且不慌不忙地首先放下盖玻片的一边,而后小心地放下另一边。水应当充滿整个盖玻片下的面积,但是不从它的下面流出来。假如水不夠,可用滴管或小棒小心地从盖玻片的边上加一滴水,使得它和盖玻片下的水相接触。由於表面張力水滴本身被吸收在盖玻片下。需要注意不使盖玻片的上面浸湿。假如这种情形依然發生,應該小心地取下盖玻片,擦干、加水並且用上面所說的方法重新盖上。

当制片預备好,可以在顯微鏡下研究它。为此把制片放在顯微鏡的鏡台上,使需要研究的地方正确地处在接物鏡下的中央。

在用顯微鏡工作的时候應該保持睜開兩只眼睛。

多半用左眼看接目鏡，虽然使右眼習慣於工作也是有利的。

學習总是先从低倍放大开始，以便从一般的結構开始，然后用高倍放大，轉到研究制片一部分的詳細結構。

为了要辨別接物鏡的效力，可以看刻在它边上的数目字。苏联学生用的显微鏡具有兩個物鏡——8 和 40。这些数目字說明物鏡本身的放大。但是，可能有的物鏡在它的旁边只記載着它的号碼，沒有写出本身的放大倍数。如在这样的情形之下，应当記住簡單的規律；物鏡的前透鏡（最接近制片的）的直徑越小，那么它的放大倍数就越大。遵循这規律，可以选择較低倍的物鏡並且使它處於成像的地位。此时應該得到明晰的形像。因为每一个物鏡只在这样的情形下显出物像，即当它的前透鏡处在距研究对象一定距离的时候（接物鏡的工作或自由距离）。用升降鏡筒的方法来調节它，使从目鏡中观察时可以看到研究对象的明晰物像。

为了向上和向下移动鏡筒，可以轉动調节螺旋（粗的配焦螺旋）。为了不使物鏡压坏制片，可以一方面从側面注視着制片水平面上的物鏡，一方面降落鏡筒使它几乎和盖玻片相接触。然后看着目鏡在制片的形象还没有出現以前，从容不迫地升起鏡筒。

不能看着目鏡降落鏡筒，因为这时会压坏制片。

在視野中，当出現我們制片的，虽然是不清楚的物像时，則轉动第二个螺旋，即細配焦螺旋，使显微鏡“对光”，就能观察到清楚的物像。在我們观察洋葱鱗片表皮时，在低倍放大中，我們看見由許多小細胞組成的組織，有些像小網。在这个“小網”的上面，在不同的方向，可以注意到显然与众不同的黑的空腔或整齐的小圓圈。这些空腔和小圓圈是气泡的边界。在气泡很大的地方，在它們的底下能看見細胞。显然，空气十分強烈地歪曲了物像。因此應該記住，气泡的形狀尽可能避免出現，照前面所說的方法盖制片标本。但即使有气泡出現的情形中，在制片上常常也能找到有的部分还