

高等学校教学用书

植物生理学实验指导

Ф. Д. 斯卡兹金, Е. И. 罗夫契诺夫斯卡娅

Т. А. 克拉斯诺塞里斯卡娅 著

М. С. 米列尔, В. В. 阿尼基也夫

高等教育出版社

高等学校教学用书



植物生理学实验指导

Ф. Д. 斯卡兹金, Е. И. 罗夫契诺夫斯卡娅,

T. A. 克拉斯诺塞里斯卡娅, М. С. 米列尔, В. В. 阿尼基也夫著

北京农业大学植物生理教研组, 北京林学院植物教研组,

南开大学植物教研组译

高等教育出版社

本書係根據蘇聯“蘇維埃科學”出版社（Государственное издательство “Советская наука”）出版的斯卡茲金（Ф. Д. Сказкин），羅夫契諾夫斯卡婭（Е. И. Ловчиновская），克拉斯諾塞里斯卡婭（Т. А. Красносельская）（已故），米列爾（М. С. Миллер），安尼基也夫（В. В. Анкиев）合著“植物生理學實驗指導”（Практикум по физиологии растений）1953年莫斯科增訂第四版譯出的。原書經蘇聯文化部高等教育總局審定為師範學院教學參考書，並適用於農學院、林學院及綜合大學。

參加本書翻譯工作的有北京農業大學植物生理教研組婁成後、閻龍飛、韓碧文、祝京嶺、孟繁靜、劉道宏、孫承定、邵莉嫻、薛克俊，北京林學院植物教研組汪振儒、馬驥、萬蕓湘，南開大學植物教研組嵇澂、徐杏陽、樊夢康、方世國、梅蘊生等。

植物生理學實驗指導

Ф. Д. 斯卡茲金等著

北京農業大學植物生理教研組等譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺7號
（北京市書刊出版業營業許可證出字第054號）

上海大東集成聯合印刷廠印刷 新華書店發行

統一書號 16010·8 開本 850×1168 1/32 印張 11.5/16
字數 281,000 印數 10,301—11,100 定價（4）¥1.30
1964年12月第1版 1959年9月上海第6次印刷

第四版序言

“植物生理學實驗”教學參考書的第四版是經訂正、修改、與補充而出版的。

本書是按照“植物生理學與微生物學原理”課程的教學大綱為師範學院博物學系編寫的。

但在這本教學參考書的修改中，作者曾考慮到本書可以被其他性質的高等學校採用。

本書包含有各種各樣的實驗，由教師斟酌可以作為實習用，也可以作為課堂示範用，或作為專業實習用。

作者力圖包括很多各種各樣的實驗，以便可以按照實驗室的可能與設備從中加以選擇。

第四版與第三版的區別在於本書中加了新的實驗，高等師範學校的師生可以從這些新的實驗中熟悉一些新的方法。但被我們保留下來的舊的實驗（其中有時也包括一些初級的和簡單的實驗），對於中學教師來說仍有它的意義，因為這些實驗能使教師熟悉那些可以在中學的植物課課堂教學時，或少年自然科學小組生物園地的工作中應用的比較簡單的方法。

關於暑期實習部分在這一版已刪去使其獨立，由於近年來師範學院暑期實習的大綱及性質已顯著地改變，所以這一部分的內容已不適用。此外，去年教育出版社出版了暑期實習的專用教本，我們把它介紹給所有關心這一方面的讀者（“植物生理學暑期實習”——B. B. 安尼基耶夫，Г. А. 歐布哈娃，Ф. Л. 斯卡茲金，З. А. 契諾夫斯卡婭合著，教育出版社，1951年版）。關於暑期實習部分的絕大多數的實驗已被我們編寫到本書中有關的主題部分。因此，雖然本書是以冬季實習作為基本的目標，但是也包含有一些可以用在暑期實習的實驗。

在作完絕大多數的實驗時，學生，即將來的教師，得到他在從事中學綜合技術教育所必需的那些實用技術。

所有包含在第四版中的新實驗是依照適當的專門論文與專著編寫的。這些實驗曾由本書作者與參加實習的學生們加以試驗檢查。

作者向全體曾對本書予以審閱及協助作必要訂正的人致謝。特別應向 П. А. 金傑里教授(蘇聯科學院季米里亞捷夫植物生理研究所)，З. А. 契諾夫斯卡婭講師(列寧格勒區國立師範學院)，與 Н. И. 索科夫尼娜婭講師(莫斯科國立列寧師範學院)致謝。

Ф. Л. 斯卡茲金

列寧格勒，1952年11月25日。

植物生理學實驗課程教學法上的幾個問題

實驗課的目的與任務

中學教師不僅應通曉所授課程的實際教材與教學法，並還要適合於現代的科學水平。生物學教師在學校中自己應當會裝置各種的實驗。生物學教師應當通曉那些為中學生的綜合技術教育所必需的實驗的知識與技能。在對學生的工作中不僅在課堂上並且在課外活動中（如在校園中或少年自然科學小組等），他都需要利用到某些科學研究的技術。最後，鄉土誌的工作也是科學研究工作的一部分，中學教師可以由這方面發現很多可以改善他教學的材料。

在培養蘇維埃生物教師的高等師範學校面前所有的任務裏，有設立實驗課的迫切要求。

植物生理實驗課的目的是在鞏固並在一定程度上發展與擴充學生關於理論課的知識。在完成實驗課的過程中，學生可以獲得實驗工作的技能，特別是對中學生進行綜合技術教育所必需的那些技能。在實驗課的過程中，他們學得植物生理學範圍內的研究方法。最後，植物生理學實驗課應當培養學生對獨立的科學研究工作的技能與興趣。

工作的性質

按照課程表，在冬季時期植物生理學實驗課通常每週上課1—2次。

每次的上課時間為2—3小時。在進行實驗課時通常照例是把每一個實驗安排在一次課內。在大多數情形下，實驗都可以作完，本書中就有很多這樣的實驗。先由教師開始簡短的介紹解釋所作實驗的用意，還有與完成實驗有關技術上的某些細節，而後是學生的獨立實驗，作出結論——這就是通常進行這一些課的方式。

但在植物生理學課程中需要上幾次課才能完成的長期實驗也是不

可避免的(例如,礦質營養的實驗,植物生長與發育的實驗,及微生物學的某些主題等)。應當使學生熟悉進行長期實驗與觀察的實踐與方法。它們是在中學教師未來的實際工作中(對於生物園地的工作,在校園中等)會遇到的。

當然,長期實驗使教學過程變得更複雜一些,比起佔一節課的短時的實驗需要教師更多的注意。不過,這類實驗使植物生理學實習變得更有興趣,養成學生更大的獨立能力,並在很大程度上養成他對完成任務的責任感。

本書中有一定數目可以在設備較少的實驗室內完成的長期實驗。

在完成長期實驗的組織中可能有下列的幾種情況:

1. 將分派給學生的長期實驗以及所有的觀察與結果的計算統排在一星期之內。在這樣的情況下,上第一次實驗課時教師講解實驗的裝置方法。與學生一起訂出進行實驗的計劃(實驗圖解,觀察日曆與計算)裝置實驗,在記錄簿內登記,繪製填寫以後觀察結果用的表格。

上課到此為止。在一週的時間內,兩課之間的課外時間,學生到實驗室進行該作的觀察,並將結果填寫在記錄簿內。一週以後將下一次的實驗課停止,進行總結並(與教師在一起)討論所得的結果。

2. 實驗要按排在較長的時期內(幾週,有時甚至到幾個月)。這類的實驗有礦質營養或植物的發育。上課的組織也與第一類情形一樣。由學生按照事前製訂的計劃並在課外時間獨立進行觀察。但在以後的上課中,按照需要與材料收集的程度,教師要時常回顧到這個主題,並會同學生一齊檢查實驗與他們在記錄簿內所作的記載。

在實驗結束時,將下一次的實驗課停止一次,與教師一同討論結果。

3. 實驗所佔的時間短於一週。在此也與前述情形同樣進行。在一堂課上裝置實驗,實驗裝置之後在課外時間內進行觀察,並在實驗終結時,在兩課之間的時間內學生獨立地結束實驗。在下次上課時計算

實驗結果。對學生來說，這類實驗的作法比較困難一些。只在不得已時才採用這種方式。但是值得指出的是很多這樣的實驗也可延長到一週。

在長期實驗的完成中，可能發生一種情況，即在長期實驗裝置或停止之後，在實驗課上剩下一些多餘的時間。應當用任何不長的實驗來補充。

在暑期實習的進行中我們可以看到兩種不同的方式：

1 學生根據一定的主題完成任何一個長期的實驗。實驗通常帶有科學研究的性質。作完之後可以使學生熟悉科學研究工作。它的優點也就在這裏。但是這種進行暑期實習的方法，我們認為在培養生物學教師的高等師範學校的實踐中還很少採用，因為教師為了將來的活動必須通曉和彙集很多的為中學學生綜合技術教育所必需的各種各樣的方法、技能與學識。只有學生在暑期實習中研究幾個主題並熟悉各種各樣的實驗方法才可以達成這樣的要求。

2. 暑期實習按照嚴密的計劃進行，在計劃中包含有各種各樣的主題和實驗。正如上面所說的，我們認為這種暑期實習的方式是最適於高等師範學校實行的。

在城市條件下暑期實習可以在實驗室附近不大的試驗地上完成。這樣作有它的優點，因為學生可以利用實驗室的全部設備。

如果學校附近有生物研究站，暑期實習可以在生物研究站的條件下完成。在生物站進行實習也有它的優點。在暑期實習期間學生住在生物研究站。在任何時間他可以在試驗地，溫室或栽培室中進行該作的觀察，從開始到終結他可以全面地照料他的試驗。此外，學生在生物研究站任何時間都可以從教師那裏得到他所需要的幫助或意見，實習期間教師通常也住在生物研究站。

在列寧格勒國立赫爾岑師範學院博物學系設有生物學研究站（離列寧格勒 60 公里），學生的植物生理學暑期實習工作是按照下述的組

織來進行的。

暑期實習中常常適於作許多的長期試驗。只有當學生能將全部試驗從頭作到尾，也就是說從裝置試驗開始到試驗結束為止時，進行這些試驗才有真正的價值。所以在我們學校對暑期實習的準備早在春季學期冬季實驗課中就已經開始。在一次課中教師使學生熟悉暑期實習的內容並擬定暑期實習的準備計劃。根據擬定的計劃，在隨後的冬季實習課中學生逐步地準備夏季的材料：準備土壤培養、砂基培養和溶液培養等試驗用的播種材料，檢查播種材料的發芽率及生產適用率，為階段發育試驗用的播種材料進行春化等，在早春最適於播種的季節，學生到生物站去 2—3 天，在那裏進行一切必需的工作：土壤的耕作、試驗區的劃分、播種栽培盆的準備、裝土或裝沙，最後播種。工作的全體學生分成小組（不多於五人）。把進行工作的結果及試驗的圖式仔細地登記在記錄簿內。安置好的試驗交給生物站的實驗助理，學生不在時由他來管理實驗。經過 2—3 週後期考以前，學生又到生物站去 2—3 天，進行定期的觀察並播種較晚的作物。學期考試以後六月中，通常學生完全搬到生物站去住，在該處有一個半月的期間學習下列的課程：博物教學法、農業與植物生理學基礎。在這期間他們對安置好的長期生理試驗進行觀察，同時也作一些本書中所記述的短期的實驗。實習的最後幾天，七月終，學生部分地結束長期的試驗，計算產量，將所得數字記入記錄簿並在數字材料整理以後寫成簡要的書面報告交與教師。報告在以後上課時加以討論。實習終結時通常舉行全體會議，在會上學生報告他們試驗中最有興趣的結果。學生對於這一類的實習興趣很大，從中獲益是無疑的。

三年級學生的暑期實習八月一日終結^①。為了使學生能將試驗（例如關於礦質營養的試驗）作完，也就是說探究植物發育的全程並予以收穫，我們選擇生長期盡可能短的植物（早熟的大麥、白芥 Brassica

① 赫爾岑師範學院的實習延長到九月一日。

alba Schmah 等)。在南方情況下這問題沒有這樣大的意義，因為很多作物暑期試驗的結果在七月中旬就已經能夠計算了。但是在北方情形下可以在完熟以前，例如在乳熟期，進行收穫。到這個時期的試驗結果已經完全可以相信了。

有些作物的最後收穫與到八月一日還不能完結的實驗的結束工作，就在九月 1—10 日進行，因此緊接着假期以後，秋天還要到生物站去作實習。

植物生理學的暑期田間實習不應縮短在連續的七天之內進行。實習應該在暑期三個月的全部時間之中進行，它與教學法的及農業基礎的作業的時間表互相輪換地進行，但這三門課的教學大綱相互間需要緊密地聯繫起來。否則就失去實習的意義，而暑期實習在教學上與教育上的意義也可能就縮減到幾等於零。

為了在生物站或試驗地上進行植物生理學的暑期實習，已根據我們的經驗寫成一本專用的實習指導(B. B. 安尼基耶夫, Г. А. 歐布哈娃, Ф. Д. 斯卡茲金, З. А. 契諾夫斯卡婭合著: 植物生理學暑期實習, 教育出版社, 1951), 其中關於暑期實習進行的方法有更詳細的說明並彙集了暑期實習用的各種各樣的實驗。

實驗課的組織

實驗課開始以前，學期開始時必需作出實驗進行的日程計劃註明所需設備、材料、及參考書，這個日程在冬季實驗時應該與理論課在時間上與主題上配合起來。日程計劃使教師及助理人員對實驗期間的安排得以較早地進行，並且還可以統計對進行某些實驗時實驗室內必需準備的事項。

應當檢查有無足夠全部實驗所必需數量的全部試管，玻瓶及試劑，有無活的材料，各種“零碎”已否先想到，缺少它們不僅會召致煩惱，並破壞實驗的正常進行。

必需保證學生有實驗課的教本，如不銜或沒有，就抄寫或油印。

將實驗進行的日程計劃適時地通知學生是重要的，便於使他們可以按照教本讀完相當於每一次實驗課的理論課部分，還可以按照教師的推薦來利用補充的參考文獻。也必須要求學生應理解地而不是機械地去完成他的實驗。當上課的佈置在方法上不正確時，機械地完成實驗就會發生。

在實驗的過程中應當檢查（以與小組，或個別學生談話方式，或也用發問方式）學生對於課程的指定部分或補充的參考文獻是否已經閱讀，並檢查他們對於他們所完成的實驗了解到如何程度。

每個學生應有一本專用的記錄簿，除了關於植物生理學的記錄以外，其中不應有任何其他的記錄。必需注意到裝置及標本等的繪圖，還有觀察記錄及進行實驗的結果要精確清晰，並在必要時應列成表格。記錄簿中的記錄是反映實驗中學生實驗工作進程的文件。

最後，應當遵守規則，使實驗的絕大部分有數量的登記。這樣能顯著地提高學生的興趣與對完成任務的責任感。我們的實驗指導中有足量這類的實驗。

教師時時檢查記錄簿，並對學生提出關於簿中記錄的意見。原則性的意見要通知全組。

所有的批註都有很大的教育意義並使學生以更大的責任心來對待他們的工作。

實驗課中的工作方法

爲了使植物生理學的實驗課能有最大的效果，必須要使學生樂於與實驗發生工作的接觸。不僅是將有興趣的實驗安排在一定而嚴格的完成順序上有助於此，就是採用那些能够激發學生獨立工作的實習方法（要看實驗的性質，小組的人數，及有無充分數量的用具來決定）也有幫助。

在實驗進行的過程中應當努力與學生研究新的原始實驗，在這種實驗中加入創造性的成分，科學方法的研究工作的成分。將學生的積極分子包括到教研組的科學研究工作中對於將來的教師有重要的意義。本書中的許多題目是在我們學院學生的直接參加下研究出來的。

就實習安排說，12—15 人成爲一組工作效果最好。再大的組對工作產生一定的困難。所以就植物生理實習課說，通常將 30 人的一班分成各有 15 人的兩組。

通常在實驗課中對很多實驗，尤其是短時間的，採用全體參加的方法，即該組內的全體學生，按照教師的指示每人分別獨立地完成一個同一的題目。這種方法的優點：經濟時間，能在不長的期間內完成很多短期實驗等。但在應用這種方法時，學生會機械地作完他的課題，這就非常不好。必須保證學生能有最高度的獨立工作。因此，教師應事先（在實驗課前）不僅指定學生閱讀理論課的相當部分，並且還有補充材料，力求學生在作完實驗後對所得的數字及事實獨立地進行分析並從進行的實驗中作出適當的結論。

在有些情形下可以採用分組與個人參加的方法。分組方法是由學生小組（2—3 人）共同作任何一個主題，但每個學生獨立完成其中明確指定的一部分。這個方法不像全體參加的方法那樣需要大量同樣的用具與儀器。此外，更容易引導學生進行淺近的研究並使他熟悉研究工作的要點。

在我們的實驗中我們採用了全體一分組方法，就是使小組（2—3 人）完成交給全組（15 人）全部實驗中的一部分。例如，在研究呼吸過程強度時，全部主題可按不同的試驗物區分成幾部分（小題目）由各小組完成。每個小組研究一個同一的生理過程，但用不同的試驗物。分組所得的數字抄寫在黑板上，並在實驗結束時學生根據具體材料作出結論，並與參考文獻中的數字相對照，找出其理論上的根據。這種方法獲得好的結果，特別是應用在長期實驗，例如關於礦質營養、試驗地上

的實驗等等。

從我們的實驗中舉一個例，全組用不同的試驗物研究呼吸的強度（發芽的種子、葉、及花）。每一個小組（2—3 人）同時測定兩個試驗物的呼吸。將事前安放在實驗室內一枝黑茶藨子的芽分給一組。摘取兩組相等的芽，每組重 2 克。一組用小刀割開，即使其遭受機械傷害，另一組不受傷害。兩組放在一樣的容器中，同時使空氣通過容器 30 分鐘。所得的數字的結果是：受傷的芽放出 CO_2 57.8 毫克，未受傷的只有 6 毫克。因此學生親眼看到並證實文獻中關於傷害刺激呼吸的數字（事前經他們讀過）。

對於課程中其他主題也可以用相同的方式來佈置工作。例如，在我們的實驗中進行了關於不同 pH 及微量元素對於植物生長及產量影響的實驗，由學生按照上述的方法完成並得到很有興趣的結果（實驗 71, 72, 原圖）。

在高等學校中應當將個人的實驗方法看做是最正規與可行的，這方法要求每個學生在事前須獨立研究指定給他的課程中的主題。在通過關於指定主題的口試以後，得着必需的全套用具、材料、及儀器，學生獨立地開始適當的試驗，詳細地記錄下結果並作出結論，把它作成報告交給教師，這方法我們應用在四年級的專業實習裏。但在師範學院中通常將實習的與實驗室的作業排在死板的時間表內，因而不能創造可以應用個人的實驗方法的機會。

應用在植物生理學實驗課中的方法可以是各式各樣的，這裏不要千篇一律，重要的是方法應達到目的。

在實驗室工作開始前（在實習課開始前）指導實驗的教師應先就上課中將要進行的事項加以簡明的解釋，這對於所有的方法都是必需的。這時候在理論的介紹中必須指明該實驗在理論課中的地位，主題的生產意義，並且指出這裏所獲得的實習技能對於學生的綜合技術教育有什麼重要的意義。

考 查

關於記述性的課程(如分類學及植物形態學)在考查時通常照例是把注意主要地集中在事實材料的知識上。關於植物生理學在考查時除了上述的以外,注意要集中在學生對於植物生理學的方法掌握到如何的程度,他能不能正確地裝置試驗,分析他的結果並從中作出正確的結論。因此,植物生理學的考查,對教師與學生來說,都要比其他植物學課程難一些。

在實驗期間照料學生實驗的教師檢查過記錄簿中的記錄,通常對於每個學生的工作已有一些概念,這樣對於估計他的學識就容易多。

在考查前教師必須檢查每個學生的實驗記錄簿。

就是考查也可以用不同方法進行:用與每個學生個別交談的方法,利用記錄簿中學生的記錄作為談話的材料,用總結討論一組的實驗結果並在討論過程中對個人發問的方法。最後,必要時對於已作過的實驗可以要求作不長的書面回答,使這檢查與個人談話配合。

通常將最後一次課作為考查或在時間表內排定專用的時間。

課堂示範

在植物生理學的教學實踐上，課堂示範工作具有重要的意義。屬於示範工作的有：指示圖表、幻燈片、電影片、各種示範模型、活的植物、臘葉標本等。

教師應當注意使所有的這些教學設備在植物生理學課中逐漸地充實起來。

必須引起教研組的助教、助理、及技術員對建立課堂示範工作的注意。也可以使學生們注意直觀教材，用他們自己的力量可以作成很多的教材。

在課堂示範中利用學生們在冬季以及夏季實習的結果是重要的。多年溶液培養的植物，沙基與土壤培養的植物，還有學生在植物發育試驗停止時獲得的標本等，在學習該部分的課程時都可以作為很好的直觀教材。

專門裝置的講課實驗在課堂示範中佔有特別的地位，這樣可以使學生能夠親眼看見課堂中講述的任何現象。這樣也可以使學生能夠熟悉一般的科學研究方法，尤其是植物生理學的方法。

許多有名的植物生理學家，例如 K. A. 季米里亞捷夫，在他們的教學實踐中廣泛採用講課試驗。在他的一本通俗講義中 K. A. 季米里亞捷夫寫過，例如，布森戈在他的講課中，就這字的本義來說，他把講課與實驗室的實踐在很大的程度上結合在一起。任何的研究，任何的分析，可能講述不出，但所有的步驟都可用實際事物在聽者的眼前表現出來。

現在，實驗課已廣泛地加到植物生理學課程的教學實踐中，沒有必要將實驗室的實踐成分轉移到理論課程中去，雖然如此，講課實驗的優點與必要還是十分明顯的。

講課實驗的實行有一定的困難。

植物生理學課程的講課實驗由專人執行，通常是由一位助教，如無助教或由最能勝任的助理負責。講課的教師既應非常積極地參加這項工作的組織，也應參加任何具體試驗本身的安排裝置。

在開課前很早就應注意製訂講課示範及實驗的次序表和實現它的計劃，以便能及時地收集適當的材料。同時必須仔細地斟酌那些試驗在某一課前多少時間內裝置起來才最好。實驗在上課前應詳細地檢查，而且應當創造使實驗進行得最好的那些條件。設或試驗不成功，應當找出失敗的原因，為的是將來避免它們。根據我們的長期經驗，我們建議教師作課堂示範的專門日記，一年一年地在日記簿中記入：所作示範及實驗的記述，裝置方式的圖樣，以及由於某些原因在某一年示範時對裝置上的不同改變等。在日記中應當寫明試驗示範成功的最有利條件及應在講課前什麼時間內裝置起來。

因此，從實驗室示範的日記中就得到講課示範的專門幫助，這些幫助本身對於該實驗室將有很大的價值。

正如進行實驗課的方法不會千篇一律，在課堂示範及試驗的安排方法上也一樣不能雷同。

在結論中應當指出：裝置講課的示範及實驗需要用去大量的時間與勞力，假如想恰當地安排植物生理學的講演課程就不應吝惜這些。

在本書中我們第一次嘗試，除了實習課的實驗外，包括一系列可以用作講課實驗或課堂示範的實驗在內。

目 錄

第四版序言	1
植物生理學實驗課程教學法上的幾個問題	3
課堂示範	12

植物與水分的關係

主題 膠體溶液的主要特性

實驗 1. 分散系統與膠體溶液	1
實驗 2. 超顯微鏡下膠體溶液的膠粒與布朗運動	2
實驗 3. 丁德現象	3
實驗 4. 不同溶液中的丁德現象	4
實驗 5. 凝聚現象	5
實驗 6. 用電解質溶液凝聚氫氧化鐵溶膠	6
實驗 7. 吸附現象, 染料溶液在濾紙條上的上升	7
實驗 8. 吸附現象, 按照染料不同的吸附能力分離染料混合液	8
實驗 9. 膠體在淨水中的膨脹	8
實驗 10. 透析	11
實驗 11. 團聚現象	12

主題 植物細胞爲一種膠體系統與滲透系統

實驗 12. 擴散速度	13
實驗 13. 用動物膀胱製備滲透計	17
實驗 14. 沉澱膜滲透計的製備	17
實驗 15. 排水管滲透計的製備	19
實驗 16. 人工“特勞伯細胞”的獲得	20
實驗 17. 細胞爲一滲透系統, 質壁分離與質壁分離復原	21
實驗 18. 質壁分離的不同形式	22
實驗 19. 用質壁分離法測定細胞液的滲透壓	23
實驗 20. 用溶解物質降低蒸氣壓的方法來測定滲透壓	26