



面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

# 园艺植物栽培学 实验指导

范双喜 张玉星 主编



中国农业大学出版社

面向21世纪课程教材  
Textbook Series for 21st Century

# 园艺植物栽培学实验指导

范双喜 张玉星 主编

中国农业大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

园艺植物栽培学实验指导/范双喜,张玉星主编. —北京:中国农业大学出版社,  
2002.1

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-81066-372-0/S · 287

I. 园… II. ①范… ②张… III. 园林植物-栽培-实验-教材 IV. S688

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 072500 号

出版 中国农业大学出版社  
发行  
经销 新华书店  
印刷 涿州市星河印刷厂  
版次 2002 年 1 月第 1 版  
印次 2002 年 1 月第 1 次印刷  
开本 16 印张 8.5 千字 157  
规格 787×980  
印数 1~5 050  
定价: 12.00 元

---

图书如有质量问题本社负责调换

社址 北京市海淀区圆明园西路 2 号 邮政编码 100094

电话 010-62892633 网址 [www.cau.edu.cn](http://www.cau.edu.cn)

## 前 言

为适应 21 世纪国民经济和社会发展对高素质、复合型专门人才的需求,按照夯实基础,拓宽专业口径的指导原则,国家教育部于 1998 年将原有果树、蔬菜和观赏园艺专业合并为园艺专业。经专家反复论证,由李光晨、范双喜两位同志主编的面向 21 世纪课程教材《园艺植物栽培学》已由中国农业大学出版社出版。按照宽专业,厚基础,重应用的教育改革方向,在引导学生全面掌握园艺植物栽培基本原理和新技术的基础上,着力培养其运用知识分析和解决问题的能力,配合《园艺植物栽培学》教材,我们组织了有关高等农业院校通力协作,编写《园艺植物栽培学实验指导》一书,是国家教育部面向 21 世纪教学内容和课程体系改革 04-13 项目研究成果。本书突出以下特色:

(1)注重理论与实践的结合 我国园艺学科的栽培学教材一直按果树、蔬菜、观赏园艺独立编写,相应实验指导也划分过细,知识面过窄,在技术应用上有很大的局限性。本教材紧紧抓住园艺植物的共性和内在联系,突出园艺植物的栽培(即生产性)特性,使学生将理论与生产实际结合起来,灵活运用基本原理和方法,起到触类旁通、举一反三的作用。如果树修剪、蔬菜植株调整和观赏园艺植物整形,有异曲同工之处,在掌握基本原理的基础上,因植物种类不同而灵活应用。

(2)注重学生创新意识和创新能力的培养是本指导书的根本出发点,也是其突出特色 以往果树、蔬菜、花卉的栽培学实验指导注重知识传授,实验内容、操作步骤编得过细,讲求统一步调,学生按部就班操作,方法步骤相同,实验结果一致,难以充分发挥学生灵活思维的能动性,造成过分依赖实验指导书的被动局面。对此本实验指导力求简明扼要,在阐述基本原理的基础上,引导学生主动思维,同一实验,不同学生可以方法不同,材料不同,实验结果不同,在提高实验操作能力的基础上,重在培养综合运用知识,分析问题和解决问题的能力。

(3)以园艺植物生长发育规律为主体,以园艺植物优质高效生产为目标,重在栽培新技术应用 因此,本实验指导书针对园艺植物内容复杂,种类繁多,生育规律各异等特点,归类重点分析,使基本理论和技术应用比例适中,层次分明。

(4)近年来随着生物生命科学技术的迅速发展,也为园艺栽培学注入了新的内容 原有果树、蔬菜、观赏园艺实验中部分内容显得比较陈旧。本着解放思想、求实创新的精神,我们采取了积极而又慎重的态度,既注重知识的连贯性、整体性,又体

现知识与技术发展的前瞻性,适当加入了新技术、新成果。如对设施果树生产、园艺植物无土栽培、无公害绿色园艺食品生产等近年来发展较快,在 21 世纪技术创新中具有广阔前景的技术和内容进行了增补。

本实验指导书是有关教师在长期担任园艺植物栽培学教学过程中结合研究成果与学生反馈意见,广泛听取和收集各方面的建议,加以修订,反复研究成稿的。因此,能较好地保证基础知识、基本理论的传授与实验操作及实践能力的培养有机结合,互为补充,减少了验证型实验,增加了综合型及设计型实验。

需要说明的是,为主动适应社会主义市场经济体制和现代化农业面向 21 世纪发展所需,培养高素质、重应用、创新能力较强的复合型人才,我们加大了实验实践学习的力度,比较全面而客观地反映了《园艺植物栽培学》教材的技术体系。同时考虑到我国南北地区差异,经济发达与欠发达地区农业种植结构差异,不同地区生产习惯与技术水平差异,因而实验实践教学内容各有侧重,也为各农业院校有选择地讲授提供了保证。总之,根据自身具体情况,可有选择地进行实验内容的调整,以达到提高教学质量,加强学生实践能力的培养之目的。本书参加撰写的有河北农业大学张玉星、王国英、田志喜、肖建忠、武占会老师;北京农学院范双喜、董清华老师;山东农业大学赵飞、彭福田、魏珉老师;华中农业大学李汉霞、李国怀老师;河南农业大学宋尚伟、胡青霞老师;华南农业大学刘海涛老师;中国农业大学朱元娣老师;西南农业大学刘朝贵老师;山西农业大学侯雷平老师。由中国农业大学李光晨教授主审。

本书由于覆盖面广,涉及学科多,技术发展快,编写难度较大,虽经编著者共同努力,但因水平所限,书中讹误及不妥之处在所难免,衷心期望使用本教材的师生及读者提出宝贵意见,以便修订。

编著者

2001 年 1 月

## 目 录

## 第一部分 基础实验篇

实验一	主要果树植物的果实构造分类法·····	( 1 )
实验二	蔬菜植物的农业生物学分类·····	( 3 )
实验三	一二年生花卉植物的分类与识别·····	( 6 )
实验四	球根花卉的形态分类与识别·····	( 10 )
实验五	主要蔬菜植物种子形态识别与种子质量鉴别·····	( 12 )
实验六	园艺植物花卉分化的观察·····	( 15 )
实验七	果树枝芽特性观察·····	( 19 )
实验八	园艺植物开花结果习性的调查分析·····	( 21 )
实验九	园艺植物食用器官形态与解剖结构分析·····	( 26 )

## 第二部分 栽培实验篇

实验十	园艺植物砧木种子层积处理·····	( 32 )
实验十一	园艺植物的浸种催芽与播种·√·····	( 34 )
实验十二	园艺植物育苗营养土配制及床土消毒·····	( 38 )
实验十三	园艺植物无性繁殖技术·····	( 39 )
实验十四	园艺植物的扦插育苗·····	( 43 )
实验十五	观赏植物的移植与定植·····	( 46 )
实验十六	园艺植物的嫁接技术·····	( 49 )
实验十七	蔬菜的植株调整·····	( 52 )
实验十八	果树修剪技术·····	( 56 )
实验十九	园艺植物的授粉·····	( 60 )
实验二十	园艺植物的疏花疏果·····	( 64 )
实验二十一	鲜切花的采收与分级·····	( 67 )
实验二十二	园艺植物无土栽培种类与应用·····	( 70 )
实验二十三	园艺植物有机生态无土栽培法及肥料配制与使用·····	( 74 )

## 第三部分 综合应用实验篇

实验二十四	果园规划与建园·····	( 77 )
实验二十五	蔬菜种植园的规划与建设·····	( 80 )
实验二十六	观赏花圃的规划与建设·····	( 85 )
实验二十七	园艺植物设施种类、结构与性能分析·····	( 89 )
实验二十八	园艺植物设施微环境调查与分析·····	( 92 )
实验二十九	电热温床的设计与安装·····	( 95 )
实验三十	节水灌溉装置的安装与应用·····	(100)
实验三十一	NFT 栽培法中营养液的配制与调控·····	(106)
实验三十二	二氧化碳施肥技术·····	(110)
实验三十三	植物生长调节剂在园艺植物上的应用·····	(113)
实验三十四	茄果类蔬菜植株生长分析·····	(115)
实验三十五	观赏园艺植物的整形与修剪·····	(118)
实验三十六	园艺植物根系形态结构分析法·····	(121)
实验三十七	园艺植物产品器官质量评价·····	(124)
实验三十八	园艺植物无公害绿色产品生产规程制定与实施·····	(129)

# 第一部分 基础实验篇

## 实验一 主要果树植物的果实构造分类法

### 一、实验目的

通过实验,了解主要果树树种果实的构造及其与花器各部分发育的关系,掌握各类果实的构造和分类的依据。

### 二、实验原理

果实是由果皮和种子构成的。果实按构造分类主要根据果皮是否肉质化,将其分为两大类:肉果(fleshy fruit)和干果(dry fruit)。肉果成熟时果皮肉质化,果肉肥厚多汁,主要的食用部位是果皮。按果肉构造又可以进一步分为核果、仁果、浆果、柑果、荔枝果等。干果即果实成熟时果皮干燥,果皮裂开或不裂开,食用部位是种子,包括坚果、荚果、颖果、角果等类型。园艺植物果实构造分类法并非完全等同于植物学上的分类方法,而是依据果实的形态结构和利用特征,将果树分为以下几类:

#### 1. 仁果类

这类果实属于假果,除了子房外,花的其他部分如花托、花被也参与果实的形成,主要的食用部位是肉质化的花托,心皮形成果心,内有数个小型种子。常见的有:苹果、梨、山楂、枇杷等。以苹果为例,子房下位,由2~5心皮构成,每心室有一两粒种子;种皮黑褐色或棕褐色,子叶白色。花托发育成肉质果肉,外、中果皮不易区分,内果皮是软骨状的薄膜,形成果心。

#### 2. 核果类

这类果实属于真果,完全由子房发育而成,有明显的外、中、内三层果皮;外果皮薄,中果皮肉质,是主要的食用部位,内果皮木质化,形成坚硬的核,内含种子。常见的有:桃、李、杏、梅、樱桃、枣、橄榄、杧果、杨梅和余甘子等。以桃为例,子房上位,由单心皮构成。子房外壁形成外果皮,上被绒毛或光滑;子房中壁形成肉质的中果皮;子房内壁形成木质化的内果皮(果核),核内有一粒种子。



### 3. 浆果类

这类果实的果皮除了外面的几层细胞外,其余部分肉质化并充满汁液,内含多数种子。常见的有:葡萄、猕猴桃、无花果、石榴、草莓、树莓、醋栗、穗状醋栗、柿子、君迁子、阳桃、连雾、番木瓜、番石榴、人心果、香蕉、火龙果、鳄梨等。由于浆果类果实因树种不同,食用部位差异很大。一些属于真果,如葡萄、柿子、番木瓜、鳄梨、猕猴桃等,食用部位是果皮(中、内果皮);另一些是假果,如草莓、无花果、桑葚、树莓、菠萝等的食用部位是外种皮。浆果类果实中,有的是单果如葡萄;有的是复果(聚花果)如无花果;还有聚合果如草莓等。以葡萄为例,果实由子房发育而成。子房上位,由2个心皮构成。外果皮膜质,中、内果皮柔软多汁,为食用部位。种子0~4粒,种皮较硬,基部似鸟喙。

### 4. 柑果类

这类果实属于真果,由多心皮而具中轴胎座的子房发育而成。它的外果皮革质,并具油囊;中果皮比较疏松,即包含橘络(维管束)的部分;内果皮薄膜状,缝合成囊,向囊内生出无数肉质多浆的腺毛,是食用的主要部位。以柑橘为例,子房上位,由8~15个心皮构成。子房外壁发育成含油胞的外果皮,中壁发育成白色海绵状的中果皮,内壁发育成囊瓣,其内侧着生多数多细胞表皮毛,果实成熟时,表皮毛发育成多浆的砂囊。种子多粒或无,单胚或多胚。

### 5. 荔枝类

果实为真果,子房上位,通常2室,1室发育成果实室,另一室花谢后不久停止生长,少数2室同时发育成并蒂果。子房壁形成果皮,薄而坚硬,在果皮与种子之间着生半透明乳白色的假种皮,为食用的部分。常见的有荔枝、龙眼、韶子。

### 6. 坚果类

果壳坚硬,以种子为食用器官,包括板栗、核桃、榛子、银杏、阿月浑子、腰果、香榧等。以核桃为例,果实为假果,子房下位,由2心皮构成。果实的外层是由总苞与花托发育而成,子房壁发育成坚硬的核壳,壳内有一粒种子。种皮膜质,食用部位是肥厚皱褶的子叶。

## 三、材料与用具

### 1. 材料

从下列果树中,选择当地栽培的有代表性的果树,收集其新鲜的果实:苹果、梨、山楂、桃、杏、李、梅、葡萄、草莓、核桃、板栗、柑橘、枣、猕猴桃、枇杷、杧果、荔枝、龙眼、番木瓜、香蕉、菠萝、火龙果等。

### 2. 用具

水果刀,镊子,放大镜,绘图用具等。

#### 四、实验内容

在所收集的果实中,选择典型的种类,以仁果类的苹果、梨;核果类的桃、李;浆果类的草莓、葡萄;柑橘类的柑橘、甜橙;荔枝类的荔枝、龙眼;坚果类的核桃、板栗为代表,观察并解剖果实,比较各类型果实构造的异同点、可食用的部位以及花器官的关系,填入下表。

果实种类	肉果/干果;单果/复果/ 聚合果;真果/假果	食用部位与花 器官的关系	子房上位/中位 /下位	果实构 造类型
例:苹果	肉果;单果;假果	肉质化的花托	子房下位	仁果类
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

#### 五、方法与步骤

- (1)观察果实的外部形态,尤其注意果柄的有无、萼片是否宿存,将果实分类。
- (2)按类将果实从中部纵切或横切,仔细观察其内部构造。
- (3)指明每种果实的可食部分是由何种器官发育而来。
- (4)将所观察的结果填入上面的表格中,比较各类型果实构造的异同点。
- (5)从仁果类、核果类、浆果类、柑橘类、坚果类中各选一种果实,绘出果实纵切(或横切)剖面图,并注明各部分的植物学名称。

#### 六、结果分析

(朱元娣)

## 实验二 蔬菜植物的农业生物学分类

### 一、实验目的

蔬菜是指具有多汁的产品器官,可作为副食品的一二年生及多年生草本植物。因此,蔬菜植物的范围很广,种类很多。我国又是世界栽培植物的起源中心之一,蔬

菜资源丰富,栽培的蔬菜达 100 多种,其中普遍栽培的有 60~80 种。由于同一种类蔬菜中,有许多变种,每一变种中又有许多品种。所以,将蔬菜进行系统分类,明确科、属、种间在形态、生理上的关系,把握其在生物学特性和栽培技术要求上的异同,对蔬菜引种驯化、轮作防病及创造蔬菜适宜生育环境、提高栽培技术水平具有重要意义。

## 二、实验原理

蔬菜植物的农业生物学分类法以蔬菜的农业生物学特性作为分类依据,其综合了蔬菜植物学分类法和食用器官分类法的优点,因而更适合于生产上的要求,应用范围更为广泛。本实验据此在 11 类蔬菜中,选择各地一些有代表性的蔬菜种类就其产品器官形成特点,植物学分类上的位置、环境要求和栽培上的异同进行调查分析,以掌握农业生物学分类法及其应用范围。

## 三、材料与用具

### 1. 实验材料

在学校(院)园艺试验站、蔬菜园标本区,或附近的蔬菜生产园区、技术示范基地等处,详细观察田间各种蔬菜的生长状态、形态特征、产品器官特性等。

### 2. 实验用具

(1)直尺、游标卡尺、叶面积仪、天平等计量用具;解剖刀、解剖镜、烧杯、纱布等。

(2)蔬菜植物分类法检索用书,有关照片,音像材料等。

## 四、实验内容

(1)将田间所观察到的各种蔬菜,按农业生物学分类法,分别列入附表。

(2)依据植物形态特征,检索各种蔬菜所属的科(familx)、属(genus)、种(species)列入附表。

(3)蔬菜形态性状鉴定,对蔬菜主要器官的形状、大小、数量、色泽及附生物等主要外部形态特征比较分析,确定其植物学分类地位和材料间的系统关系。记载项目因蔬菜种类而异,以下为根菜类(萝卜)、白菜类(大白菜)、茄果类(番茄)主要鉴定记载项目。

### ①萝卜

叶——叶簇组成叶片数、叶型;最大叶的叶片长、宽;叶柄长、叶形指数、叶脉色泽、叶柄色泽、叶缘、叶面附生物。



(2)分析产品为变态器官的一些主要蔬菜产品形成特点与食用器官特征。

(3)掌握主要蔬菜种类形态性状鉴定方法,可根据各地实际情况选择不同蔬菜品种或生态型进行分析对比分析(本实验选萝卜、大白菜、番茄为代表),了解各种蔬菜形态特征和生育特点。

(4)依据蔬菜栽培学原理,结合形态性状观察,推测各种蔬菜环境要求及栽培技术要点。

(范双喜)

## 实验三 一二年生花卉植物的分类与识别

### 一、实验目的

在园林植物造景中,应用最多最为频繁的当属一二年生花卉植物。这类花卉植物种类繁多,品种多样,生长快,花色丰富,花期长,具有很高的观赏价值。我们平常所说的草花即指一二年生花卉。本实验的目的是使学生通过对常见一二年生花卉基本特性的学习,掌握一二年生花卉常用分类方法、播种适期及最佳观赏期,正确识别园艺栽培中常见一二年生花卉的形态特征、科属及主要习性,并了解其在园林中的作用,为花卉学的进一步学习打下基础。

### 二、实验原理

在花卉栽培中,为了更好地分析掌握每一种花卉的生长规律和栽培习性,常常把花卉依据不同的分类标准划分为不同的种类,如依据花卉原产地可将花卉划分为不同的气候型;依据花卉的生态习性及生活习性则可将花卉划分为露地花卉和温室花卉两大类,更细一点划分则将其划分为一二年生花卉、宿根花卉、球根花卉、多浆及仙人掌类花卉、室内观叶植物、兰科花卉、水生花卉及木本花卉。本节实验所说的一二年生花卉就是归属于后一分类方法。

一二年生花卉是花卉家族中的一大类,在实际应用中常常根据耐寒性的强弱人为将其再划分为一年生花卉和二年生花卉两大类。一年生花卉是指种子发芽后在当年开花结实,完成整个生命周期的花卉;其大多原产于热带或亚热带地区,不耐 $0^{\circ}\text{C}$ 以下低温,故常在春季无霜冻后或温室播种育苗,夏秋开花,所以又将一年生花卉称为春播花卉或春播草花;一年生花卉多为短日性花卉,结实后死亡;其要求的春化温度较高,在 $5\sim 12^{\circ}\text{C}$ 下经 $5\sim 15\text{d}$ 即可完成春化阶段;生长期要求温

度高,秋季每日光照时数8~12 h的短日条件下可完成光周期。二年生花卉大多原产于温带或寒带地区,耐寒性较强,一般在秋季播种育苗,当年只进行营养生长,可露地越冬或稍加覆盖防寒越冬,故又称秋播花卉或秋播草花;要求的春化温度较低,0~10℃低温下,经30~70 d方可通过春化阶段;要求有长日条件才能完成光周期,完成光周期的日照时数为14~16 h;次年春夏幼苗由营养生长转入生殖生长,开花结实,完成其生命周期;二年生花卉因其原产地遗传特性的影响,生长期不耐高温,在高温条件下,生长受抑甚至休眠或脱春化,其整个生活史包含了两个年份,但实际生长时间不足一年。

值得一提的是,随着温室技术的应用,一二年生花卉之间的传统界定正逐渐淡化,通过温室技术,完全可以将某种花卉的播期或花期提前或延后,因此,在实际应用中切不可断章取义,应分时分地加以区分应用。

### 三、实验材料

鉴于各地区气候条件及设施条件以及资源等方面的因素,在实验中各地可依据本地具体条件灵活选择所用花卉种类及品种,可选用的常用一二年生花卉种类:春播草花类:鸡冠花、千日红、凤仙花、百日草、万寿菊、矮牵牛、一串红、半支莲等。

秋播草花类:雏菊、金盏菊、飞燕草、香豌豆、矢车菊、三色堇、紫罗兰、石竹等。

另外,还有一些花卉既可春播又可秋播,如福禄考、麦秆菊、金鱼草、翠菊等。

试验用设施及用具:温室或塑料大棚、育苗床、育苗盘或育苗钵、直尺、游标卡尺及千分尺。

### 四、实验内容

- (1)结合草本花卉育苗实验,识别不同种一二年生花卉植物的种子。
- (2)观察一二年生花卉植物植株叶型、叶色、株姿、分枝状况和枝条类型等。
- (3)观察一二年生花卉花期及结实状况。
- (4)识别不同种一二年生花卉的花型、瓣型、花瓣数、色泽及花器官的着生状态。
- (5)观察并记录一二年生花卉在整个花期中花数、花径及花色的变化。

### 五、方法与步骤

#### 1. 种子识别

选取常用的10种一二年生花卉种子,仔细观察,描述并记录每一类花卉种子

的外观特征包括种子大小、色泽、形状及其他本种花卉的识别特征。

## 2. 一二年生花卉植株外观特征的识别

选择生长健壮、无病虫害的花卉成苗进行观察,观察的内容主要有:

### (1) 全株特性的描述

地上部——①株型高矮、紧凑程度、极性强弱、分枝角度;②叶片类型、大小、叶色(正反两面)、裂刻及其他本种或本品种花卉具有的特征;③茎秆强度、髓心大小、木质化程度。

地下部——根系类别(直根、须根、肉质根、变态根等)、根群密度、根系大小等项目指标。

(2)一二年生花卉花期观察 记下每一种花卉定植的确切时间,观察并记录从定植到开花所需的天数;平均单花期、单株花期、群体花期。

(3)花器官观察 由于一二年生花卉大多为观花草本,花器官的识别显得更为重要。对每一类花卉花器官的识别可以从以下几点观察记录:

单花观察:包括花色、花径大小、花瓣数、是否重瓣及重瓣数、花茎长度、花器官的完整性、花萼的描述等。

花序观察:所识别的花卉花序类别,花序轴的长度,单花描述同上。

## 六、结果分析

### 1. 种子识别

花卉种类	测定项目					
	千粒重	平均粒实直径	色泽	形状	附着物	其他
万寿菊						
矮牵牛						
一串红						
凤仙花						
千日红						
鸡冠花						
雏菊						
三色堇						
石竹						





续前表

测定项目	花卉种类								
	万寿菊	矮牵牛	一串红	凤仙花	千日红	鸡冠花	雏菊	三色堇	石竹
花径大小									
是否重瓣									
重瓣层数									
花瓣数									
花茎长度									
花器官的完整性									
花萼									

(赵 飞)

## 实验四 球根花卉的形态分类与识别

### 一、实验目的

球根花卉均为多年生草本,其共有特点是地下茎或根发生变态而肥大,以度过寒冷的冬季或干旱炎热的夏季,此时多处于休眠状态,等到环境条件适宜时,它们会再萌芽、生长发育、开花结实并产生新的地下膨大部分或增生仔体球进行繁殖。本实验目的是使学生了解和掌握球根花卉的形态特征以区别不同种类和品种,同时对球根花卉因其变态部分各不相同进行分类。

### 二、实验原理

球根花卉种类很多,其地下部分变态肥大,有的是茎的变态,如球茎、块茎、根茎等,有的是根的变态,如块根等,依据其变态的外部形态即可进行分类和识别。

### 三、材料与用具

#### 1. 材料

唐菖蒲、小苍兰、番红花、仙客来、水仙、百合、风信子、美人蕉、晚香玉、朱顶红、郁金香、石蒜等球根花卉变态的根或茎等。

#### 2. 用具

解剖刀、解剖针、尺子等。