



普通高中课程标准实验教科书
通用技术 选修4
顾建军 主编

现代农业技术

专题三 无土栽培

 江苏凤凰教育出版社
Phoenix Education Publishing, Ltd

Modern Agricultural Technology

随着科学技术突飞猛进的发展，技术日益成为我们生活几乎无时不在、无处不在的客观存在，成为引起社会变化、塑造社会变化和应对社会变化的重要因素。因此，技术素养是当代青少年的基本素养，通用技术课程是普通高中学生人人必须修学的课程。

现代农业技术是技术领域的一个重要组成部分，对于我们的日常生活和社会经济发展有着重要的影响。“现代农业技术”模块是在“技术与设计1”“技术与设计2”必修模块学完之后的一个选修模块，它包括“绿色食品”“种质资源的保护和引进”“无土栽培”“营养与饲料”“病虫害预测及综合治理”“农副产品的营销”共6个专题，每个专题为18课时，修完获1学分。“无土栽培”是一个体现农业生产新技术，反映现代农业发展方向的专题，也是一个与生活紧密联系，内容生动有趣，实用性强的专题。在本专题的学习中，同学们一定会品味到探究农业技术奥秘，创造未来美好生活的人生乐趣。



了解本书的章节构成，能使我们总览全貌，形成关于课程学习的宏观架构。

学习目标

学习目标会使我们明确学习的方向，为进入学习过程做好心理准备。

案例分析

本栏目富有典型意义的范例、素材、话题是学习中对话的平台，它引领我们走入学习情境，使我们享受到由丰富的感性走向深刻的理性的快乐。

马上行动

穿插课文之中、形式多样的活动使我们所学的知识与技能得到及时的巩固、应用和内化，它是我们主动建构知识、拓展能力、发展情感态度与价值观的有力工具。



学习评价

对学习过程和学习结果作一回顾、总结和反思，有助于知识与能力的主动建构，有助于学习目标的真正实现。

综合实践

将本章所学内容综合起来、与其他学科知识综合起来、与自己已有的知识和经验综合起来，可以提高综合应用知识与技能分析和解决问题的能力，使我们领略学习的最高境界。

本章小结

在学完一章后，就学习内容进行概括和归纳，能使所学知识与技能能进一步强化和结构化。

练习

生动活泼、形式多样的作业，使我们所学的本节内容得以巩固，同时也打通了与课外活动结合的通道。

链接

选学

这里为我们拓展学习、发展个性提供了网络学习、课外学习等方面获取资源的途径。它将把兴趣浓、有追求的同学引向技术探究的幽深之处。

阅读

选学

这是一个绚丽多彩的世界。它将使我们拓宽视野、深化认识、锻造精神，在“信息爆炸”的时代里，品味到技术信息方面的“美味佳肴”。

小辞典

小资料

思考

这是一个发展认知、挑战思维的天地。想像、分析、判断、推理等思维活动将使我们体验到头脑风暴的乐趣和批判性、创造性思维的魅力。

讨论

辩论

探究

小试验

选学

亲临其境、亲自动手、亲身体验是本栏目的宗旨。这里的一些项目将使我们经历激动人心的操作和探索实践，使我们的实践才能和创新能力得到充分的展示。

学习，
是一个
螺旋上升的过程，
它永无止境……

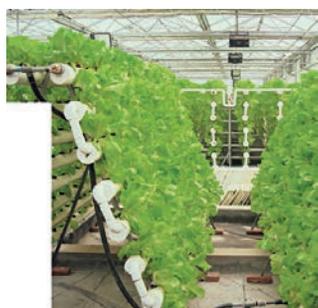


现代农业技术

专题三 无土栽培

目录 Contents

目录 Contents 目录 Contents 目录 Contents



第一章 无土栽培概述

001

- 一 无土栽培的定义与主要类型
- 二 无土栽培的特点及应用

002

009



第二章 营养液与水培

019

- 一 营养液浓度及管理
- 二 营养液配方
- 三 水培方法

020

023

030

主 编 顾建军

副 主 编 章 镇 郭世荣

本专题主编 郭世荣

主 要 编 者 郭世荣 孙艳军 胡晓辉 焦彦生

康云艳 梁 勇 王 旭 周国贤

随学超 段九菊 高洪波 郭立艳

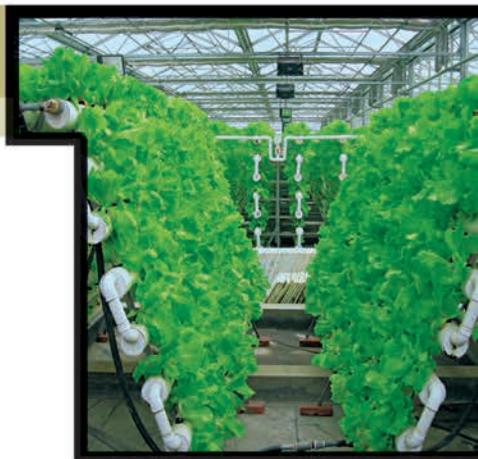
编 写 本书编写组

责 任 编 辑 郜 键 董秀敏

美 术 编 辑 田翔仁

第一章 无土栽培概述

Chapter 1 Instruction of Soilless Culture



- 一 无土栽培的定义与主要类型
- 二 无土栽培的特点及应用



无土栽培作为一项农业新技术，广泛采用生物科学、环境科学、信息科学等领域的先进理论与技术，它与生物技术一起被列为20世纪对农业生产影响较大、引起人们广泛关注的两项高科技农业技术。无土栽培技术极大地拓宽了农业生产的空间，使沙漠、荒滩、海岛、盐碱地、南北极等不毛之地的作物生产变成了现实，使家庭绿化更方便、洁净、易行。无土栽培已成为太空中生产绿色植物产品唯一的有效途径。无土栽培技术的发展水平和应用程度已成为世界各国农业现代化水平的重要标志之一。

一 无土栽培的定义与主要类型

1. 无土栽培的定义
2. 无土栽培的主要类型
3. 无土栽培的形式



1. 理解无土栽培的定义。
2. 了解无土栽培的主要类型。

你养过水仙吗？吃过豆芽菜吗？参观过工厂化育苗的生产过程吗？……这些看似简单、在我们生活中经常发生的现象中，蕴藏着一项实用技术——无土栽培。

1 无土栽培的定义

无土栽培 (soilless culture) 又叫营养液栽培 (hydroponic culture)，是指不使用天然土壤，而用营养液或固体基质加营养液栽培作物的方法。固体基质包括锯木屑、小石子、河沙等。

无土栽培需要容器、基质、营养液等材料和工具。基质用以代替土壤固定植物根系，具有保持适量营养液与空气的作用，有利于植物根系吸收氧气、水分和养分；营养液作为无土栽培重要的组成部分，能够提供植物生长所需的各种营养元素和水分；容器具有盛装营养液或基质加营养液的功能（图 1-1）。

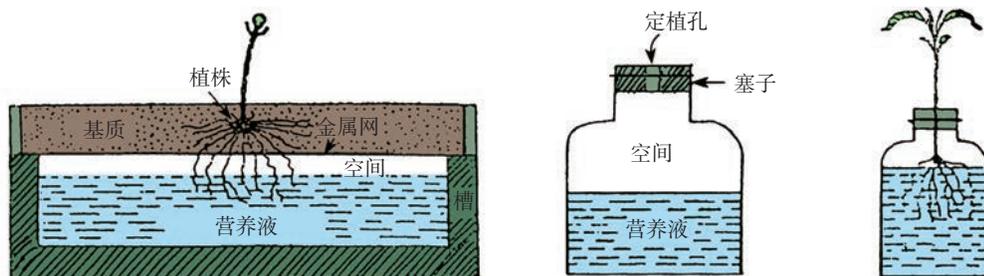


图 1-1 简易无土栽培装置示意图

植物生长需要一定的环境条件。无土栽培的基质和营养液可为植株生长提供充足的空气、水分和养分，加上适当的温度和充足的阳光等，植物便可以良好地生长。



请列举你见过的 1~2 种无土栽培实例，并完成下表。

实例	有无基质	有无营养液	栽培容器

小资料



荒漠中的绿洲

1936年,在 Gericke 教授指导下,泛美航空公司在太平洋中部荒芜的威克岛上用无土栽培技术种植蔬菜,解决了驻岛部队缺乏新鲜蔬菜的问题。1945年,英国空军部队在伊拉克的哈巴尼亚和波斯湾的巴林群岛开始进行无土栽培,解决了蔬菜由巴勒斯坦空运的问题。1945年后,在圭亚那、西印度群岛、中亚的不毛之地上,科威特石油公司等单位运用无土栽培技术种植蔬菜,使雇员吃上了新鲜的蔬菜。

小辞典



温 室

温室是指以采光覆盖材料为全部或部分围护结构材料,可以人工调控温度、光照、水分、气体等环境因子的保护设施。我国生产上广泛采用的塑料大棚(塑料拱棚)属于温室的一种简易形式。

2 无土栽培的主要类型

无土栽培经过长期的发展,形成了多种形式,可按不同的分类标准进行分类。按有无基质分,无土栽培可以分为无基质培和有基质培。

无基质培

无基质培包括水培和雾培。

水 培

水培是指植物根系部分或全部浸润生长在营养液中的一类无土栽培方法。营养液液层较深,植物根系完全浸润在营养液中生长的方式称为深液流水培(图1-2)。营养液液层较浅,大部分根系裸露在潮湿的空气中的栽培方式称为营养液膜水培(图1-3)。



图 1-2 深液流水培

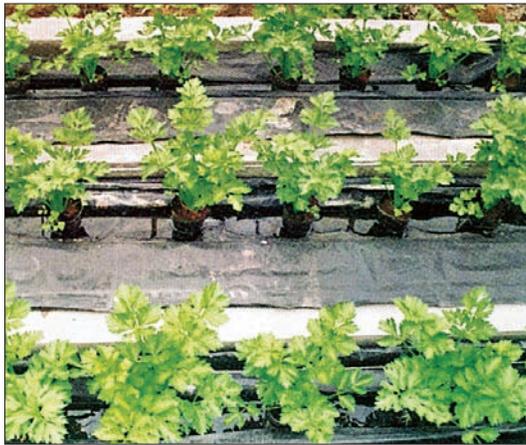


图 1-3 营养液膜水培

为了充分利用设施空间，采用特定的固定装置，在营养液流动情况下，在无土栽培设施的不同高度栽培植物，这种栽培方式称为立体水培（图1-4）。



斜架式



直立式

图1-4 立体水培

马上行动

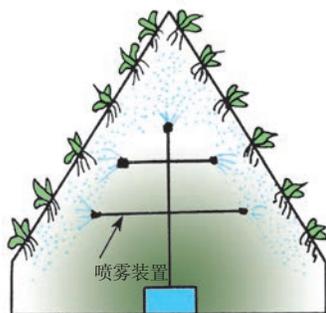


请说出深液流水培、营养液膜水培、立体水培的主要区别。

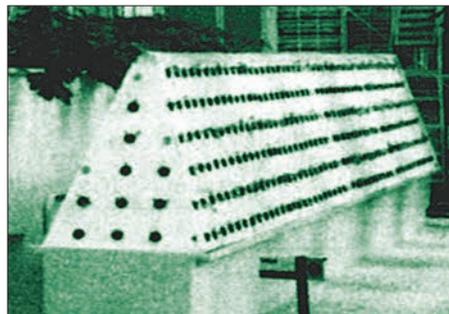
雾 培

雾培是指植物根系生长在雾状营养液环境中的一类无土栽培方法。

雾培时，作物根系悬挂生长在封闭、不透光的容器内，营养液经特殊设备处理形成雾状，间歇性喷到作物根系上，以供作物生长所需的水分和养分（图1-5）。



A形雾培剖面图



A形雾培栽培床

图1-5 A形雾培

有基质培

按基质的成分来分，有基质培可分为有机基质培和无机基质培。

有机基质培

以有机固体基质作为载体，栽培作物的无土栽培方式称为有机基质培，如芦苇末培

(图 1-6)、锯木屑培(图 1-7)、泥炭培(图 1-8)、炭化稻壳培(图 1-9)等。



图 1-6 芦苇末培



图 1-7 锯木屑培



图 1-8 泥炭培



图 1-9 炭化稻壳培

无机基质培

以无机基质作为载体,栽培作物的无土栽培方式称为无机基质培,如石英砂培(图 1-10)、陶粒培(图 1-11)、岩棉培(图 1-12,图 1-13)等。



图 1-10 石英砂培



图 1-11 陶粒培



图 1-12 岩棉垫栽培



图 1-13 岩棉垫栽培床

小资料



无土栽培的发展状况

20世纪90年代以后,世界各国都以立足本国条件和取得高效栽培为前提,努力寻找适合本国国情的无土栽培形式。荷兰是世界上无土栽培最发达的国家之一,90%采用岩棉培。英国岩棉培占无土栽培的60%,营养液膜水培占1/3。日本岩棉培占无土栽培的45%,深液流水培占30%,营养液膜水培占11%。美国以岩棉培和珍珠岩袋培为主。我国无土栽培则以基质培为主,其中槽式基质培已大规模应用于生产,是目前我国推广的无土栽培的主要形式。

3 无土栽培的形式

根据盛放基质容器的不同,基质培可以分为袋培(图1-14)、槽培(图1-15)、盆栽(图1-16)、营养钵栽培(图1-17)和立体基质培(图1-18)等形式。盆与钵的区别在于盆体积较大,底部无孔;钵体积较小,底部有出水孔。



图 1-14 袋培



图 1-15 槽培



图 1-16 盆栽



图 1-17 营养钵栽培

立体基质培是将固体基质装入柱状的立体容器，竖着排列于温室之中，容器四周螺旋状开孔，种植小株型作物的方法。



立体基质培远视图



立体基质培近视图

图 1-18 立体基质培

案例分析



小王看到别人家的阳台上也都种满了花草，感到自家的阳台特别单调。在课堂上学习了无土栽培之后，他非常感兴趣，决定亲自动手栽培一盆菊花。他到附近市场买了菊花小苗、陶粒和营养液。回到家后一眼看到了家中闲置的大玻璃杯，于是灵机一动：“就拿这个做容器了。”小王装入陶粒，定植好苗后浇灌了营养液，经过两个月的精心管理，菊花开花了。小王成功了，他高兴极了。

马上行动



如果是你，你能设计出既经济又可行的无土栽培方法吗？请说出你的设计方案。

小资料



改良式无土栽培

山东农业大学是我国进行无土栽培研究最早的单位之一。他们最初用西瓜进行试验,其无土栽培方法综合了有基质培与水培的优点。他们将以蛭石为主的基质铺在铁丝网上,铁丝网下是流动的营养液层,基质与流动液层之间是空气,植株的根定植于基质上,然后随着植株的生长,根通过铁丝网进入流动的营养液,解决了根系供液与供氧的问题。他们用这种方法成功地栽培了西瓜。



1. 找出身边你认为最具有代表性的无土栽培实例,从不同的分类角度说明它属于哪种栽培类型。
2. 请列举你所见过的无土栽培使用的基质和容器。

二 无土栽培的特点及应用



学习目标

1. 无土栽培的特点
2. 无土栽培的应用
3. 家庭简易无土栽培的管理

1. 了解无土栽培的优缺点。
2. 知道无土栽培的应用。

1 无土栽培的特点

无土栽培作为一项新的现代化农业技术具有许多优点,发展潜力很大,但同时也存在一些缺陷和不足。只有正确评价无土栽培技术,充分认识其特点,才能对其应用范围和实用价值有所把握,扬长避短,恰到好处地应用好这一新技术。

作物长势好、产量高、品质优

无土栽培便于人工控制,因而能合理解决作物生长的光、温、水、气、肥的供应问题,充分发挥作物的生长潜力。与土壤相比,无土栽培的作物生长速度快、长势好、产量高,产品品质好、无污染;无土栽培花卉香味浓郁、花色鲜艳、花期长、开花多(图 1-19)。



图 1-19 一品红

省水、省肥、省力



图 1-20 无土栽培的滴灌系统

无土栽培时水分和养分能够被作物充分吸收利用,耗水量只有土壤栽培的 $1/10 \sim 1/4$, 肥料利用率是土壤栽培的 $2 \sim 5$ 倍。而且,在无土栽培中多采用滴灌等先进的灌溉技术,对于干旱缺水地区的作物种植有着极其重要的意义,是发展节水型农业的有效措施(图 1-20)。

无土栽培省去了繁重的翻地、除草等体力劳动,而且随着无土栽培生产中计算机和智能系统的应用,逐步实现了机械化和自动化,大大提高了劳动生产率。



无土栽培需要利用大量的营养液，为什么它还能节水呢？

减少病虫害，清洁卫生

无土栽培在相对封闭的环境条件下进行，避免了外界环境和土壤中的病原菌及害虫的侵袭，病虫害发生轻微，而且无土栽培不存在土壤种植中因施用有机粪尿而带来的寄生虫卵污染问题（图 1-21）。



图 1-21 环保型无土栽培

不受地域限制，生产空间大

无土栽培摆脱了土壤的束缚，能大大扩展种植空间，不受地域限制。荒山、海岛、沙漠、戈壁滩等都可采用无土栽培进行作物生产；城市屋宇的阳台、屋顶、墙壁，水面中的湖泊乃至海洋、宇宙空间也都是无土栽培“安家落户”的去处（图 1-22）。



景观无土栽培



墙壁无土栽培

图 1-22 立体无土栽培

有利于实现现代化

无土栽培改变了传统的作业方法,可以按照作物的需求进行生产,属于可控环境的现代化农业生产,有利于实现农业现代化(图 1-23)。

但是,无土栽培生产需要相应的设施、设备,因此无土栽培比土壤栽培投资大。在生产过程中,无土栽培需要依据作物和季节配制和管理营养液,而且要对地上部分生长环境进行必要的调控,这就对管理人员的技术水平提出了较高的要求。



图 1-23 无土栽培的自动化操作

思考



既然无土栽培有这么多优点,为什么无土栽培面积还很小,远未完全代替土壤栽培?

辩论



有人认为无土栽培可以把沙漠变成绿洲,可以在太空种植蔬菜,可以在屋顶生产西瓜,因此无土栽培是万能的。你同意此种观点吗?请就此观点进行辩论。

2 无土栽培的应用

生产高档园艺产品

目前,无土栽培主要用于栽培洁净、优质、高档、新鲜的反季节园艺产品(图 1-24)。



图 1-24 优质无土栽培产品

扩大农业生产范围

在湖泊、河流、山地等不适宜土壤栽培的地方，利用无土栽培技术进行大面积的蔬菜和花卉生产，具有良好的效果。新疆吐鲁番西北园艺作物无土栽培中心在戈壁滩上兴建了日光温室，采用砂基质槽式栽培，种植蔬菜作物，取得了良好的经济和社会效益。



图 1-25 观光农业

观光农业

无土栽培环境洁净、卫生，栽培作物形态美观、形式多样，可作为观光农业的重要内容向人们展示（图 1-25）。

解决温室中土壤连作障碍问题

我国已成为设施园艺面积最大的国家，但长期的土壤栽培，导致作物连续种植障碍日益严重，直接影响设施园艺的生产效益和可持续发展。各种无土栽培形式可在解决这一难题中发挥重要的作用，为设施园艺的可持续发展提供技术保障（图 1-26）。



图 1-26 日光温室中无土栽培蔬菜

美化室内环境

在室内用土壤栽培植物时，弄脏房间是一件令人烦恼的事。而无土栽培的方法，在阳台、室内种花、种菜，既有观赏价值、食用价值，又清洁卫生（图 1-27）。



图 1-27 室内无土栽培美化环境

渲染节日气氛

在重大节庆日，用无土栽培花卉做成花坛、花墙等，可以美化城市，渲染节日气氛。

马上行动



结合实际，分析无土栽培对现代家庭的影响。

未来发展的需要

为了满足航天事业的发展 and 人类进驻太空的需要，在太空中采用无土栽培技术种植绿色植物、生产植物性食品是唯一有效的途径。

探究



现在世界上已有 40 多个国家在终年寒冷的南极建立了科学考察站，科学考察人员已成为南极的居民，他们的生活最缺少的不是肉类，而是新鲜的绿色植物产品。你认为无土栽培能解决这个问题吗？

3 家庭简易无土栽培的管理

营养液管理不可忽视

在家庭无土栽培过程中，营养液腐败变质非常常见。如果在栽培容器底部放入离子交换树脂肥料或珍珠岩、硅酸盐白土等，就可以有效地防止聚积在容器底部的营养液变质。

基质栽培时，使用水位计（图 1-28）可以准确测量营养液的深度，可以避免浇灌过多的营养液，导致根部腐烂。



图 1-28 基质培营养液管理技术

光照是室内栽培植物的关键

光照对植物生长非常重要，但是不同的植物需要的光照条件不同。在阳光充足的地方，适宜栽培喜光植物（图 1-29）；而在室内阳光照不到的地方可以栽种一些观叶的耐阴植物（图 1-30）。



图 1-29 袖珍椰子属阳性植物，喜光，在室内阳光较好的地方培养



图 1-30 蝴蝶兰具有耐阴性，可以在室内光线较弱的地方生长

注意室内空气的流动

室内无土栽培植物时，有必要进行通风换气，让植物呼吸新鲜的空气。另外，空调的冷风或暖风会使植物因水分蒸发太快而变得干燥，因此应避免在空调直吹的地方进行植物栽培（图 1-31）。



案例分析

叶子脱落的栀子花

随着生活水平的提高，张老师的爱人李飞一直寻思着把居室装点得漂亮一些。李飞为了给妻子一个惊喜，从花市上买了一盆小叶栀子花，把它摆放在房间的餐柜上。妻子看到那盆花惊讶地说：“哟，真是不知道呀，咱家还有个园艺师啊。”李飞听后心里喜滋滋的。可没过几天问题出现了，叶子发黄脱落。好好的花怎么成了这个样子呢？李飞也是个直性子，非要把它弄清楚不可，查了大半天资料，请教了几位专家，他终于明白了其中的道理。

思考 小叶栀子花的叶子为什么在居室环境内会发黄、脱落？

小资料



如何选择无土栽培的幼苗

选择合适的作物种类和健壮的幼苗是无土栽培成功的第一步。初学者可以直接购买用于营养液栽培的小型观叶植物。在选择苗、花时,要选择健壮的植株,不使用下部叶子枯黄、下垂、颜色暗淡的植株,尽量选择新鲜的幼苗。一定要将苗拿起来,仔细观察叶子的背面,确认其是否有虫害。



练习

1. 比较无土栽培与土壤栽培的区别。
2. 有条件的学校,请就近参观“农业科技园区”,亲自感受无土栽培对我们生活的影响。



本章小结

无土栽培作为一项农业高新技术,它的发展水平和应用程度已成为农业现代化水平的重要标志之一。随着无土栽培技术的发展,栽培类型越来越丰富,栽培作物种类越来越多,无土栽培的应用也越来越广泛。无土栽培与土壤栽培相比,具有许多优越性。在现代社会中,无土栽培的应用已经从农业扩展到很多领域,对人们生活的改善、城市的绿化和美化、农业的现代化起着重要作用。我们在进行无土栽培时,要综合考虑,使无土栽培设施既彰显个性,又能满足生活需要。

综合实践



一、阅读富贵竹（图 1-32）的无土栽培资料。

富贵竹是花店常用的插花材料，它青翠挺拔，容易水养。对于整日忙碌又想让居室充满绿色的人们来说，富贵竹是再好不过的选择了。

无土栽培富贵竹的过程（图 1-33，图 1-34）如下：

1. 选用健壮直立的枝条做瓶插材料。
2. 用棉花蘸水洗净枝叶。
3. 在水中将靠近茎节基部处剪成平滑斜口，以利枝条吸收水分和养分。
4. 剪掉基部叶片。
5. 将枝条插入瓶中。
6. 若在插前用“根旺”（一种生根剂）兑水（每包兑水约 2.5 千克）浸泡枝条基部 1~2 小时，能促进生根，令根多茎壮。将摆放位置固定，每隔 2~3 天换一次清水，约 2 周即可长出乳白色须根。生根后不宜常换水，保持水质清洁即可，若瓶内水减少应及时增添。



图 1-32 富贵竹

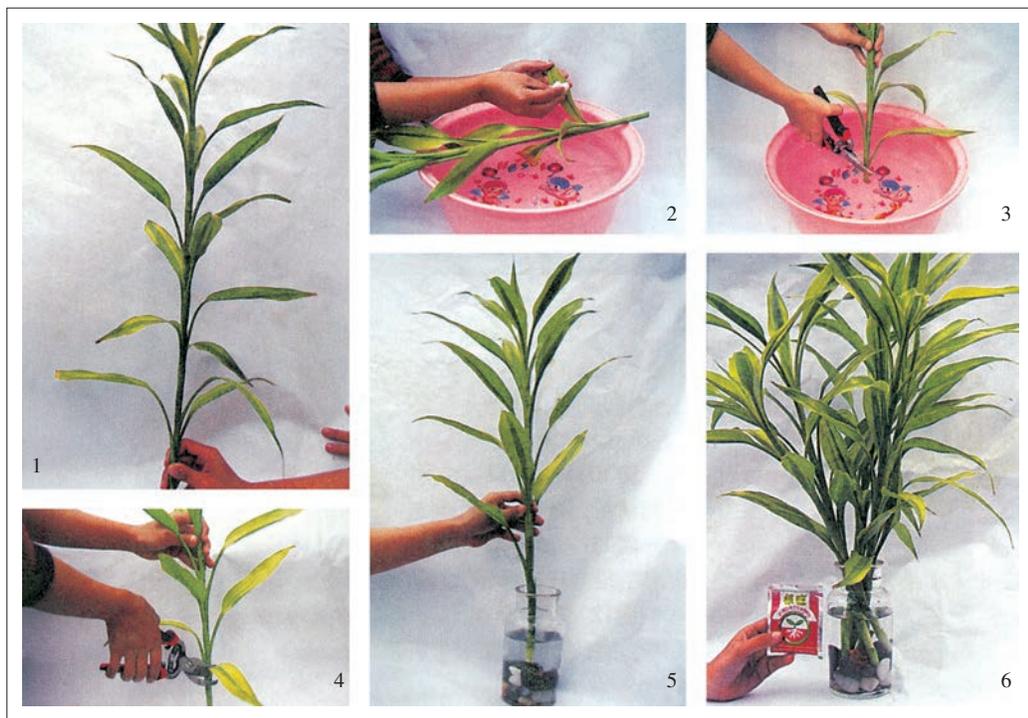


图 1-33 富贵竹的无土栽培技术示意图 1

7. 生根后及时施少量复合肥，可使茎粗壮，叶片油绿，春秋两季每月施一次即可。为防止水培富贵竹徒长，不要施化肥，每隔 3 周左右向瓶内滴几滴白兰地酒另加少量营养液，能使叶片保持翠绿。

8. 经常擦洗叶面，保持叶片干净油亮。

9. 高温季节宜经常向叶面喷水，保持湿度。
10. 若喷水时往水中加点醋，可清洗叶面的水垢和污垢，使叶面清新、光亮，有利于叶片进行光合作用。
11. 水养一段时间后，茎会越来越长。可把下部根团连同基部一段茎秆剪掉，重新插入水中。
12. 若在瓶内点缀几块小卵石，或用多枝扎成几层“大富贵竹”（花卉市场有售），更显生机勃勃。

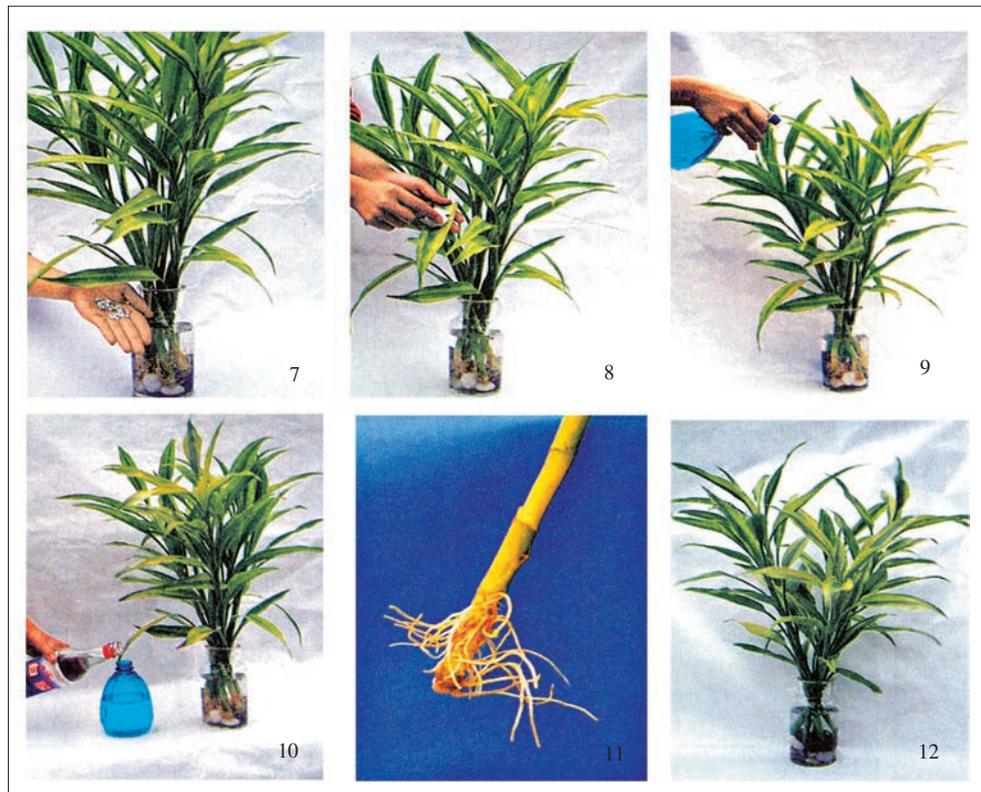


图 1-34 富贵竹的无土栽培技术示意图 2

二、请亲自动手，尝试利用无土栽培技术种植一种花卉，并记录整个操作过程。

第一章

学习评价



评价内容

自我评价

学
习
过
程

课内完成学
习任务情况

课外完成学
习任务情况

学习态度评价

学习水平评价

学
习
结
果

本章学习目标
实现情况

学习本章内容
的收获与不足