经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过

普通高中课程标准实验教科书 通用技术 选修4



现代农业技术

专题三　无土栽培

通用技术 GENERAL TECHNOLOGY



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

微信公众号：电子课本大全



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

微信公众号：电子课本大全

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。

同学们，欢迎你们进入现代农业技术世界。

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、形式多种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。

怎样使用本书
导读
General Technology

微信公众号：电子课本大全



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路径。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”。

小资料　小辞典

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。

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

学习，
是一个
螺旋上升的过程，
它永无止境……

微信公众号：电子课本大全

现代农业技术

专题三　无土栽培

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 002

二　无土栽培的特点及应用 009



第二章　营养液与水培 019

一　营养液浓度及管理 020

二　营养液配方 023

三　水培方法 030

微信公众号：电子课本大全



第三章　基质与基质栽培 037

一　常用基质 038
二　基质容器栽培 044
三　基质槽培 047
四　基质立体栽培 050



第四章　无土育苗技术 055

一　常用无土育苗技术 056
二　番茄无土育苗实践 060
三　嫁接育苗技术 063

微信公众号：电子课本大全

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

微信公众号：电子课本大全



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。

微信公众号：电子课本大全

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

学习目标

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）。

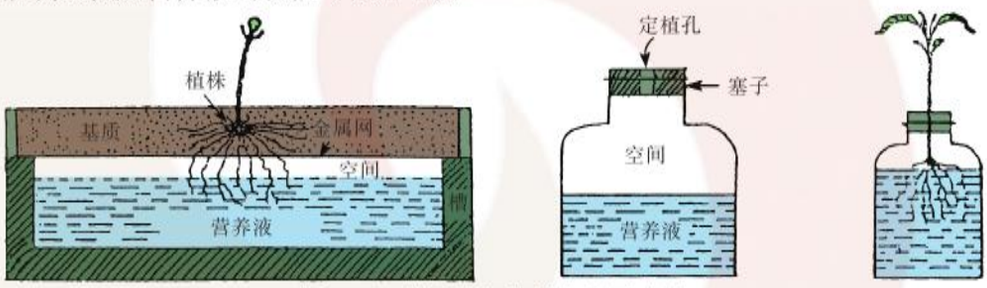


图 1-1 简易无土栽培装置示意图

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。

马上行动

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

微信公众号：电子课本大全

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

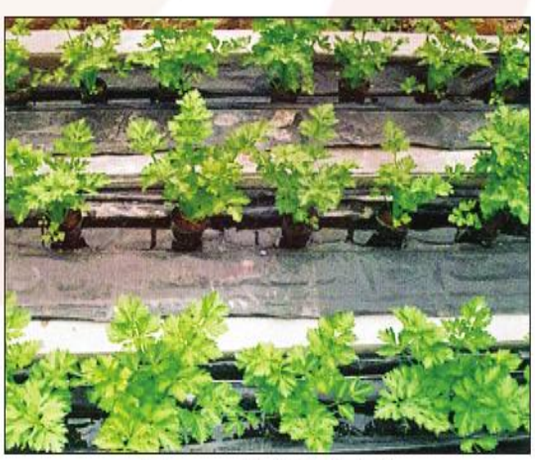


图1-3　营养液膜水培

微信公众号：电子课本大全

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

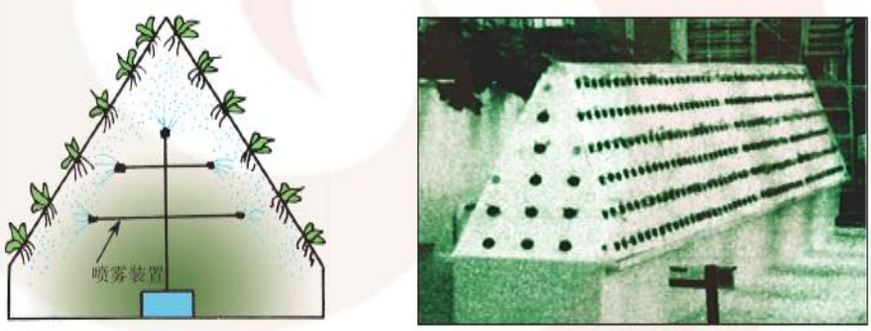
马上行动

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

微信公众号：电子课本大全

（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

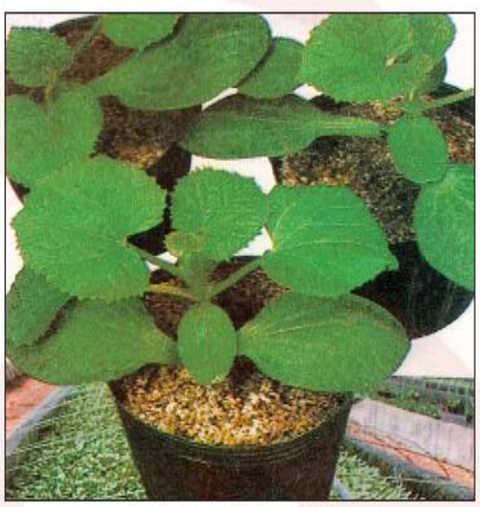


图 1–9　炭化稻壳培

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

微信公众号：电子课本大全

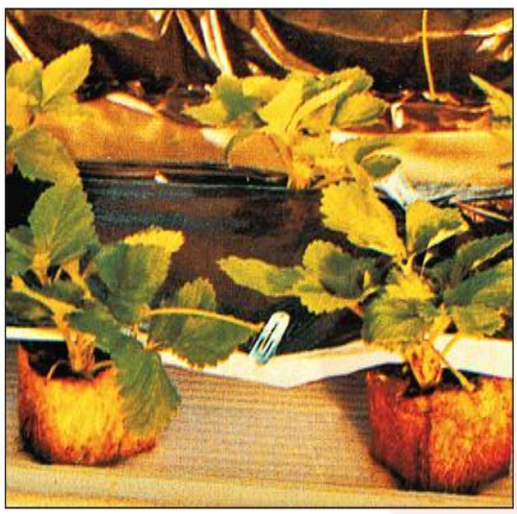


图 1-12 岩棉垫栽培



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。

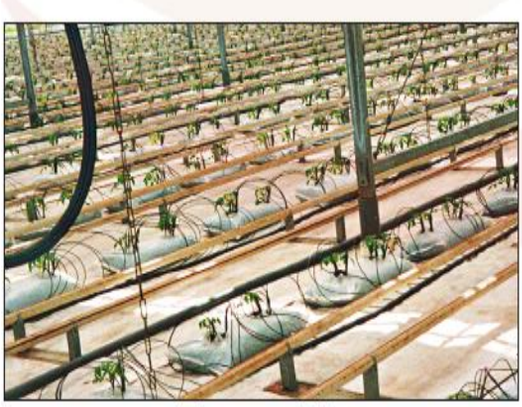


图 1-14 袋培

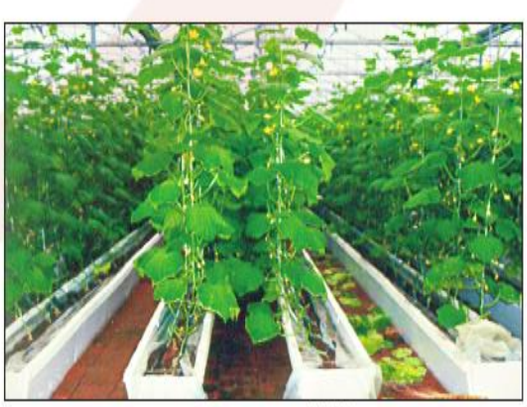


图 1-15 槽培

微信公众号：电子课本大全



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。

微信公众号：电子课本大全

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。

练 习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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。

微信公众号：电子课本大全

二 无土栽培的特点及应用

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

学习目标

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 ~ 1 / 4，肥料利用率是土壤栽培的 2 ~ 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。

微信公众号：电子课本大全

思考

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

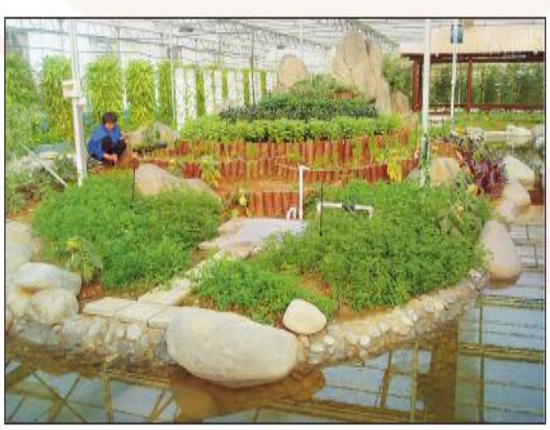
无土栽培在相对封闭的环境条件下进行，避免了外界环境和土壤中的病原菌及害虫的侵袭，病虫害发生轻微，而且无土栽培不存在土壤种植中因施用有机粪尿而带来的寄生虫卵污染问题（图 1–21）。



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

微信公众号：电子课本大全

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

微信公众号：电子课本大全

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。而用无土栽培的方法，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。

微信公众号：电子课本大全

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和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

微信公众号：电子课本大全

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）。



图 1–31 室内无土栽培植物放置示意图

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？

微信公众号：电子课本大全

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

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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。

微信公众号：电子课本大全

综合实践

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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。



图1-32 富贵竹

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。

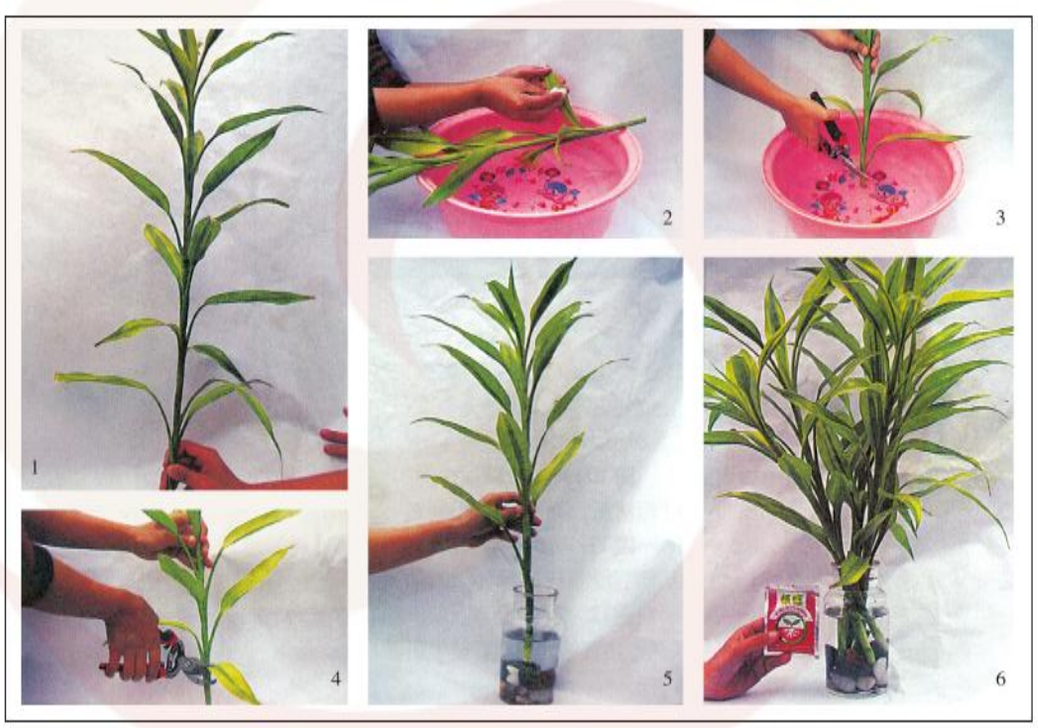


图1-33 富贵竹的无土栽培技术示意图1

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。

微信公众号：电子课本大全

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，茎会越长越高。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。

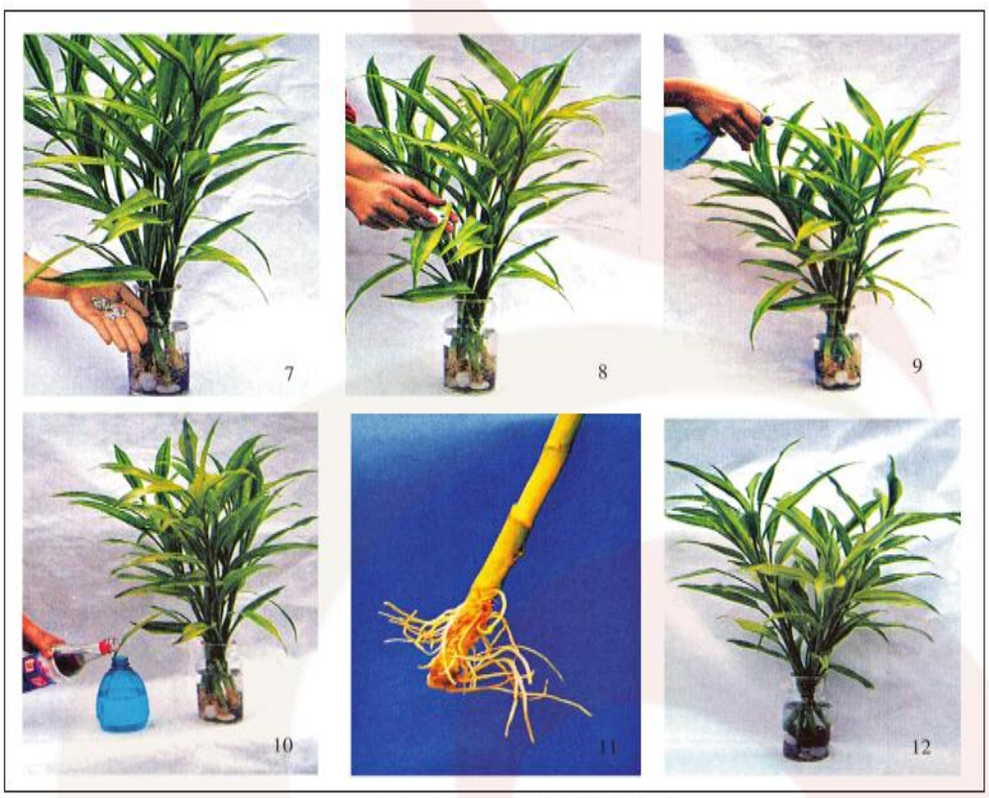


图 1-34　富贵竹的无土栽培技术示意图 2

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。

微信公众号：电子课本大全

第一章 学习评价



GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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	

微信公众号：电子课本大全



第二章　营养液与水培

Chapter 2　Nutrient Solution and Hydroponics

一　营养液浓度及管理
二　营养液配方
三　水培方法



在无土栽培中，营养液担负着为作物生长发育提供养分和水分的任务。不同作物要求不同的营养液配方。营养液配方和浓度是否合适将影响到无土栽培生产的成功与否。水培是作物直接生长在营养液中的一类无土栽培方法，常见的类型有营养液膜水培和深液流水培等。

微信公众号：电子课本大全

一 营养液浓度及管理

学习目标

1. 营养液浓度及其表示方法和计算
2. 营养液的管理

1. 学会营养液浓度的表示方法和计算。
2. 掌握营养液的管理要点。

在传统的栽培方式中，植物主要从土壤中获取各种养分。而在无土栽培中，通常将含有植物生长发育所必需的各种营养元素的化合物，按一定的数量和比例溶解于水中配制成溶液，让植物从溶液中获取养分。这种溶液就是营养液。

1 营养液浓度及其表示方法和计算

营养液浓度及其表示方法

营养液浓度是无土栽培成功的关键，它是指在一定质量或一定体积的营养液中，所含有的营养元素或其化合物的质量或物质的量。

营养液浓度的表示方法有：（1）质量浓度（单位：g / L或mg / L）；（2）摩尔浓度（单位：mol / L或mmol / L）。另外，电导率、渗透压也可用于表示营养液浓度。以上各种浓度可通过计算相互转化。

小辞典

电 导 率

电导率（EC）是指单位距离的溶液传导电流能力的大小，常用单位为毫西门子 / 厘米（mS/cm），常用来表示营养液中浓度的变化。

营养液浓度的计算

营养液浓度有不同的计算方法。

第一种，计算元素在其化合物中的质量分数。例如，K在KNO_3中的质量分数为：

$$\frac{39}{39 + 14 + 48} \approx 38.61\ \%$$

第二种，将元素质量浓度除以质量分数，即将元素的浓度转化为其化合物的浓度。例如，某一配方中含有KNO_3，那么提供240 mg / L K所需KNO_3的量为：

$$240\ \text{mg / L} \div 38.61\ \% \approx 621.60\ \text{mg / L}$$

另外，还可将KNO_3的质量浓度转化成物质的量浓度：

$$\frac{621.60}{39 + 14 + 48} = 6.15\text{mmol / L}$$

微信公众号：电子课本大全

探究

利用已学知识解释，电导率和渗透压为什么可以用来表示营养液的浓度？

案例分析

退休的李老师家里养了一盆橡皮树，他靠浇灌日本园试配方营养液来给橡皮树补充养分。

日本园试配方营养液中大量元素的化合物的量分别为：四水硝酸钙 945 mg / L，硝酸钾 809 mg / L，磷酸二氢铵 153 mg / L，七水硫酸镁 493 mg / L。

在该配方中氮含量为四水硝酸钙、硝酸钾和磷酸二氢铵中的氮元素量之和。

氮含量 =（945 mg × 11.9%+809 mg × 13.9%+153 mg × 12.2%）/1L=243.57 mg / L，即 17.40mmol / L；

磷含量 = 153 mg × 27.4%/1L = 41.89 mg / L，即 1.33 mmol / L；

钾含量 = 809 mg × 38.7%/1L = 313.08 mg / L，即 8.0 mmol / L；

钙含量 = 945 mg × 17.0%/1L = 160.65 mg / L，即 4.0 mmol / L；

镁含量 = 493 mg × 9.86%/1L = 48.61 mg / L，即 2.0 mmol / L；

硫含量 = 493 mg × 13.01%/1L = 64.14 mg / L，即 2.0mmol / L。

马上行动

现有营养液配方一份，其含有的化合物的量分别为：四水硝酸钙 945mg / L，硝酸钾 607 mg / L，磷酸二氢铵 115 mg / L，七水硫酸镁 493 mg / L，试计算 1 L 该配方中氮、磷、钾、钙、镁、硫的含量。

2 营养液的管理

营养液的管理是指在作物栽培过程中循环使用的营养液的管理。

作物的根系生长在营养液中，吸收其中的水分、养分和氧气，会使其浓度、酸碱度和溶存氧含量等随之发生改变。同时，根系分泌出的一些代谢物质以及根系的衰老和死亡部分残存在营养液中，或多或少地改变了营养液的性质。因此，为了满足作物最适生长的要求，要对营养液的浓度、酸碱度、溶存氧、液温等进行调节管理，必要时应进行营养液的全面更换。

营养液浓度管理

对营养液水分的补充应每天进行，而对养分的补充与否以及数量的多少，要根据在种植系统中补充了水分之后，电导率或各种营养元素含量的实测值来确定（绝大多数作

微信公众号：电子课本大全



图2-1 电导仪

物的适宜EC范围，一般为0.5～3.0 mS / cm，最高不超过4.0 mS / cm）。营养液的酸碱度（一般pH范围为4.0～9.0）直接影响养分的溶解度和根系养分吸收情况，从而影响作物的生长发育。

pH调节

当pH上升时，可用稀硫酸或稀硝酸溶液来调节；当pH下降时，可用稀碱溶液如氢氧化钠或氢氧化钾（3 mmol / L）来调节。



图2-2 pH计

马上行动

选择一种营养液，用pH计（图2-2）或试纸测定它的pH。

溶存氧补充

根系的生长和发育过程中，需要有足够的氧气。可以通过搅拌、压缩空气、反应氧（将化学试剂加入营养液中产生氧气的方法）和循环流动等措施来补充营养液中的溶存氧。

温度管理

营养液的液温直接影响到植物根系的养分吸收、呼吸和微生物活动情况，从而影响植物的发育、产量和品质。因此，对营养液的液温的管理非常重要。一般地，植物生长要求营养液的液温范围为13℃～25℃，最适液温范围为18℃～20℃。

营养液更换

小规模的无土栽培，贮液池容积较小，一般使用20～30天就应更换新的营养液。如果贮液池容积较大，一般3～6个月，一个生长季节更换一次营养液。当发现营养液中出现藻类或发生污染时，也应及时更换。

练 习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 营养液在使用了一段时间以后，要进行更换，其原因是什么？
2. 选择一种营养液，用温度计测定其温度并记录结果。

微信公众号：电子课本大全

二 营养液配方

1. 营养液常用的肥源
2. 常见的营养液配方
3. 营养液的配制

学习目标

1. 了解营养液常用的经验配方及组成成分的性质。
2. 掌握营养液配制的方法。
3. 能对作物营养失调的症状进行分析和调整。

配制营养液是无土栽培的一项关键技术。它不仅直接影响植物的生长发育和产量，而且关系到能否节约用肥、降低生产成本等，进而提高经济效益。

要配制出一种好的营养液，先要制定一个好的营养液配方。

营养液配方是指在一定体积的营养液中，规定含有各种必需营养元素盐类化合物数量的方案。

1 营养液常用的肥源

植物生长发育需要许多营养元素，它们可以通过多种肥料提供。常见的肥源如下：

氮（N）肥，如硝酸钙、硝酸铵、硝酸钾、硫酸铵、尿素等。

磷（P）肥，如过磷酸钙、磷酸二氢钾、磷酸二氢铵、磷酸一氢铵等。

钾（K）肥，如硫酸钾、氯化钾、硝酸钾、磷酸二氢钾。

镁（Mg）、钙（Ca）化合物，如硫酸镁、硝酸钙、氯化钙、硫酸钙、过磷酸钙等。

微量元素，如硫酸亚铁、螯合铁、硼酸、硫酸锰、硫酸锌、氯化锌、硫酸铜、氯化铜、钼酸铵等。

2 常见的营养液配方

一种好的营养液应具备一定的标准。营养液中必须含有植物生长所必需的全部营养元素，各种化合物必须以植物可以吸收的形态存在，营养元素的用量和比例必须合理，营养液必须有效，营养液的总盐分浓度和酸碱度必须适宜，营养液生理酸碱反应应较为平衡。

研究者经过多年研究试验，总结出许多常用的标准经验配方（表 2-1，表 2-2），在生产中可以直接使用。

表 2-1 营养液微量营养元素用量（各配方通用）

化合物名称	营养液含化合物 /（mg / L）	营养液含元素 /（mg / L）
NaFe-EDTA(含 Fe 14.0%)	20 ~ 40*	2.8 ~ 5.6
H_3BO_3	2.86	0.5
$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	2.13	0.5
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0.22	0.05
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.08	0.02
$(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$	0.02	0.01

* 易缺 Fe 的植株选用高用量。

微信公众号：电子课本大全

表 2-2 营养液常用配方选集

营养液配方名称	盐类化合物用量/（mg/L）					备 注
	四水硝酸钙	硝酸钾	磷酸二氢铵	七水硫酸镁	总计	
Hoagland 和 Amon（1938）通用	945	607	115	493	2 160	由于这些配方 EC 值较高，所以用一半剂量较妥
Hoagland 和 Amon（1940）番茄	708	1 011	230	493	2 442	
日本园试配方（1966） 通用	945	809	153	493	2 400	
日本山崎配方（1978） 番茄	354	404	77	246	1 081	
日本山崎配方（1978） 甜辣	354	607	96	185	1 242	



由于营养液含植物生长必需的全部营养元素，因此，营养液的总盐分浓度高一点没关系。这句话对吗？为什么？



营养缺素症检索表

植物必需的各种营养元素在植物体内均有其特殊的营养功效，缺乏某种营养元素时，会影响植物体内的生理生化过程，当缺乏达到一定程度时，就会在植物外观上表现出一定的症状。

表 2-3 营养缺素症检索表

	作物表现症状	缺乏元素
根系症状	根生长短粗、发褐	缺钙或铝铜中毒
茎叶及新梢生长点表现症状	新叶淡绿，老叶黄化枯焦、早衰	缺氮
	茎叶暗绿色或呈紫红色，生育期延迟	缺磷
	叶尖及叶缘先干枯并出现斑点，症状随生育期而加重、早衰	缺钾
	叶尖弯钩状，并相互粘连，不易伸展	缺钙
	老组织出现斑点，脉间失绿	缺镁
	新叶黄化，生育期延迟	缺硫
	脉间失绿，发展至整片叶淡黄或发白	缺铁
	新梢不张开，幼叶卷曲，叶尖坏死，植株失绿	缺铜
	顶芽不易枯死，脉间失绿，出现细小棕色斑点，组织易坏死	缺锰
	新叶或中部叶发灰，生长变粗，叶小簇生	缺锌
	叶片生长畸形，斑点散布于整个叶片	缺钼
	茎变粗，易开裂，器官发育不正常，生育期延迟	缺硼

微信公众号：电子课本大全



图 2-3 缺镁叶脉间失绿，呈黄色或白色



图 2-4 缺钙发生番茄顶腐（脐腐病）

案例分析

营养缺素症

A市某中学组织学生到该市的农业高新科技示范园区参观。学生们在参观现代化温室时，被里面的一棵棵挂满果实的番茄树给惊呆了；但有几名细心的同学发现，在几棵番茄树上有的果实前端干缩凹陷并黑褐化，呈烂顶状，同时发现下部叶片正常而顶部新叶黄化，植株瘦弱，叶柄卷缩。他们感到非常好奇，不知番茄为什么会长成这样。后来，他们经过查阅资料，发现这是番茄缺钙的症状。

思考 如果我们在栽培番茄时遇到了相同的情况，应如何处理才能使植株恢复正常生长呢？

马上行动

日常生活中，你有没有发现无土栽培的植物出现缺素症状？请说出其产生原因及解决的办法，并完成下表。

缺素症状	产生原因	解决措施

3 营养液的配制

在生产上需要大量营养液时，为营养液贮存方便、使用便利，一般先配制浓缩贮备液（也叫母液），然后再稀释为工作营养液（也叫栽培液）。

母液的配制

A母液：以钙盐为中心，凡不与钙离子作用产生沉淀的化合物可放在一起溶解，一般包括硝酸钾 、硝酸钙，浓度为工作营养液的100～200倍。

B母液：以磷酸盐为中心，凡不与磷酸根离子产生沉淀的化合物可溶解在一起，一般

微信公众号：电子课本大全



图 2-5 贮液罐及其控制系统

包括磷酸二氢铵、硫酸镁，浓度为工作营养液的 100 ~ 200 倍。

C 母液：由铁和微量元素合在一起配制而成，浓度为工作营养液的 1 000 ~ 3 000 倍。

A 、B 母液的配制：按配制母液的体积和浓缩倍数计算出配方中各种化合物的用量，依次正确称取母液中的各种化合物，分别放在各自的贮备容器中，一种一种地加入，必须充分搅拌，且要等前一种充分溶解后才能加后一种，待全部溶解后加水至所需配制的体积，搅拌均匀即可。

C 母液的配制：先量取配制体积 2/3 的清水，分为两份，分别放入两个容器中，称取硫酸铁和 EDTA-2Na（乙二胺四乙酸二钠）分别加入两个容器中，搅拌溶解后，将溶有硫酸铁的溶液缓慢倒入 EDTA-2Na 溶液中，边加边搅拌，然后称取 C 母液所需的其他各种微量元素化合物，分别放在小容器中溶解，缓慢地倒入已溶解了硫酸铁和 EDTA-2Na 的溶液中，边加边搅拌，最后加清水至所需配制的体积，搅拌均匀即可。

小试验

营养液母液的配制

试验目的 通过配制母液，掌握营养液配制技术。

试验准备

1. 化合物：硝酸钾、四水硝酸钙。
2. 用具：天平、烧杯、量筒、玻璃棒。

试验过程

1. 计算配制 100 倍 1 L Hoagland 和 Amon（1938）通用配方 A 母液所需的硝酸钾、四水硝酸钙的用量。
2. A 组同学配制母液，将硝酸钾完全溶解后，再溶解四水硝酸钙，最后定容到 1 L。
3. B 组同学配制母液，将硝酸钾和四水硝酸钙混合后，加水溶解，最后定容到 1 L。
4. 比较两组同学配制出的母液的区别。

试验总结 两种母液产生区别的原因是_____

_____。

讨论

比较营养液常见配方中大量元素和微量元素化合物的用量多少，说明为什么配制的 C 母液与工作营养液浓度之比最高。

直接配制工作营养液

工作营养液可以通过直接配制或利用母液稀释两种方法进行配制。当生产中所需的工

微信公众号：电子课本大全

作营养液量较大时，一般采用直接配制工作营养液的方法。配制时先在大容器中加入配制体积 1/3 ~ 2/3 的清水，再加入配制好的三种母液（图 2-6）。

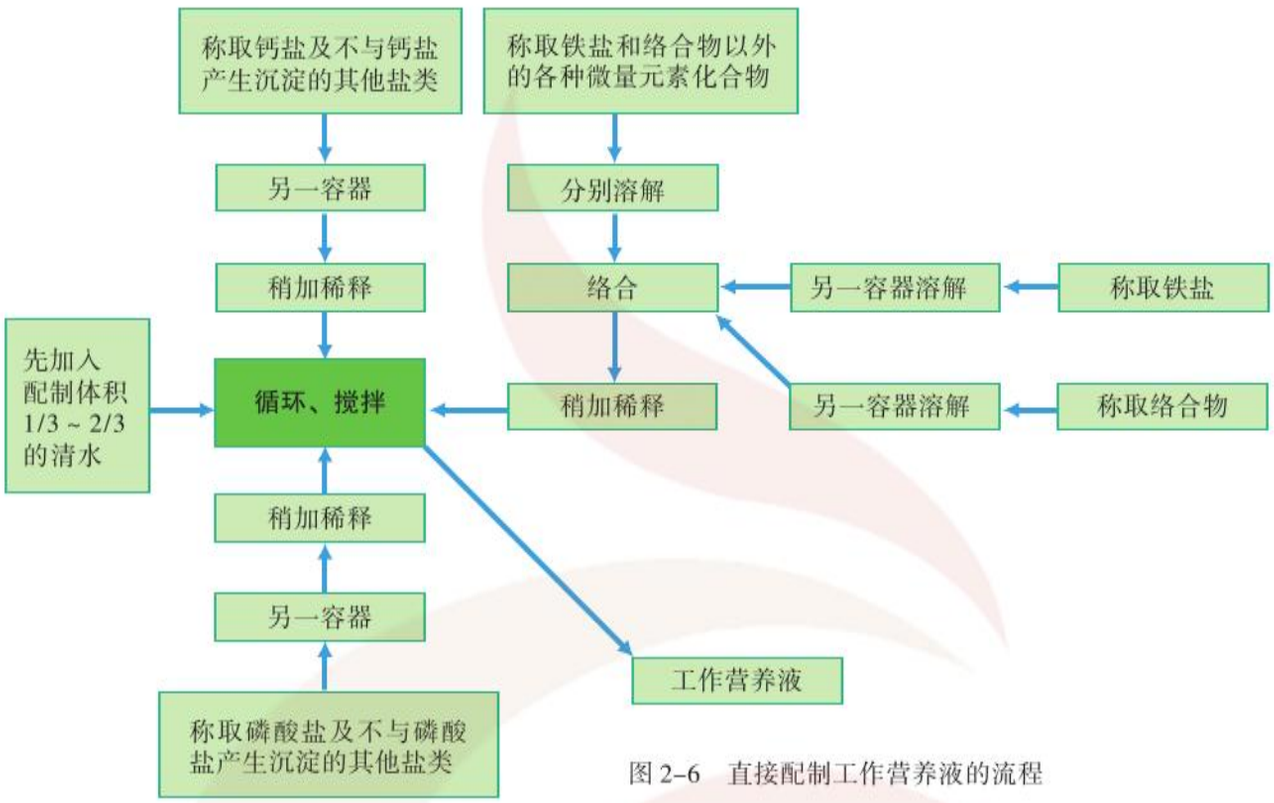


图 2-6　直接配制工作营养液的流程

思考

在配制营养液时，如果出现沉淀应如何处理？

利用母液稀释配制工作营养液

先在一个大容器中加入水，再将一定体积的三种母液稀释后，缓慢先后加入（图2-7）。

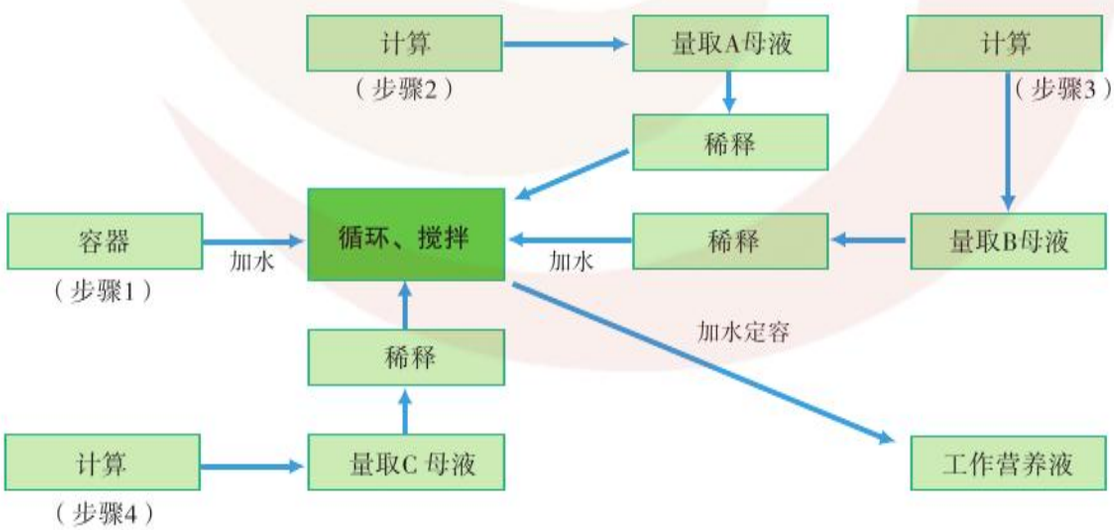


图 2-7　利用母液稀释配制工作营养液的流程

微信公众号：电子课本大全



为什么要将三种母液稀释后缓慢地按顺序混合？



缺素营养液配方与缺素症试验设计

试验目的 水培中，因营养液配制不当、浓度过大、元素比例失调或因其他因素常影响作物对某种元素的正常吸收，而发生营养元素的缺乏或过多现象。通过番茄缺素营养液配方与缺素症试验，初步认识作物营养失调症状，并进行分析和调整。

试验准备

1. 已育好待定植的番茄幼苗。
2. 大量和微量元素化合物。
3. 营养液配制所需用具。
4. 简易水培装置。
5. 定植板和定植杯。

试验过程

1. 配制缺素营养液。计算缺钙山崎番茄营养液配方：营养液中不加四水硝酸钙，而是添加硝酸钠，使其浓度为113 mg / L（微量 Na^+ 的作用此时可不予考虑）。
2. 组装简易静止水培系统。
3. 将番茄幼苗移入水培箱中。
4. 营养液的管理（小的水箱一般一星期换一次营养液）。
5. 记录作物生长情况。
6. 番茄表现出明显的缺钙症状后，立即调整营养液，按标准山崎番茄配方供液，记录作物生长情况。

试验记录

日期	营养液		作物生长情况						处理措施
			缺钙			恢复			
	EC	pH	叶色	长相	长势	叶色	长相	长势	

微信公众号：电子课本大全



1. 把母液与常用的化合物用线连接起来（多选）。

A 母液	硝酸钙
	硝酸钾
	磷酸二氢铵
	Na_2Fe-EDTA
B 母液	硝酸铵
	硫酸铵
	H_3BO_3
C 母液	磷酸二氢钾
	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$

2. 在教师或有关技术人员的指导下，以小组为单位，尝试利用母液稀释配置工作营养液，或直接配置工作营养液。

微信公众号：电子课本大全

三 水培方法

1. 深液流水培技术
2. 营养液膜水培技术
3. 小型水培装置

学习目标

1. 了解水培的主要形式和常规设施。
2. 能就地取材，进行简单的水培设施设计、制作与水培实验。

水培是指植物部分或全部根系一直浸润在营养液中的一类无土栽培方法（图 2-8，图 2-9）。



图 2-8 水培花卉





图 2-9 水培蔬菜生产

根据营养液液层深度、设施结构和供氧、供液等管理措施的不同，水培主要分为两大类型：一是深液流水培技术（deep flow technique，DFT），有时也称深水培技术；二是营养液膜水培技术（nutrient film technique，NFT），有时也称浅水培技术。

水培设施必须具备以下四项基本功能：第一，能装住营养液而不致漏掉；第二，能固定植株，并使部分根系浸润到营养液中，但根颈部不浸没在营养液中；第三，使营养液和根系处于黑暗之中，以有利于根系生长，防止营养液中滋生绿藻；第四，使根系能够吸收到足够的氧气。

水培设施一般有种植槽和定植板（图 2-10）。

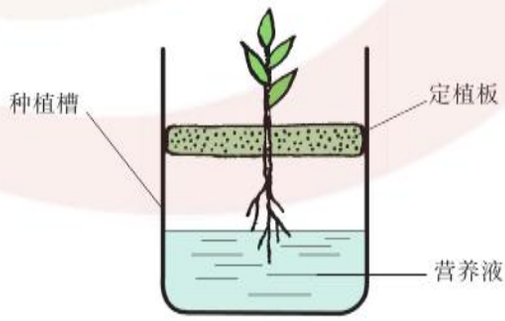


图 2-10 水培设施模式图

微信公众号：电子课本大全

1 深液流水培技术

深液流水培是营养液层较深，植物由定植板或定植网框悬挂在营养液面上方，而根系从定植板或定植网伸入到营养液中生长的水培方法。

深液流水培具有如下特点：液层深，每株作物所占有的营养液量较大，营养液的浓度、pH、温度较稳定；植株悬挂于定植板上，根系部分裸露在空气中，部分浸没在营养液中，可较好地解决根系的水气矛盾；营养液循环流动，能增加营养液中的溶存氧，消除根表有害代谢产物的局部累积，消除根表与根外营养液的养分浓度差，促使因沉淀而失效的营养物质重新溶解；适宜种植的作物种类多，几乎所有的作物均可在深液流水培中良好生长；养分利用率高，可达 90%～95% 以上；营养液封闭式循环利用，不污染环境。

但深液流水培设施投资较大，成本高（图 2–11，图 2–12）；易造成病害的蔓延，由于深液流水培是在一个相对封闭的环境中进行的，营养液不断循环利用，一旦根系病害发生，极易蔓延扩散；深液流水培对技术要求较高，如在悬挂定植时，植株根颈若浸没于营养液中，就会使其腐烂而导致植株死亡。

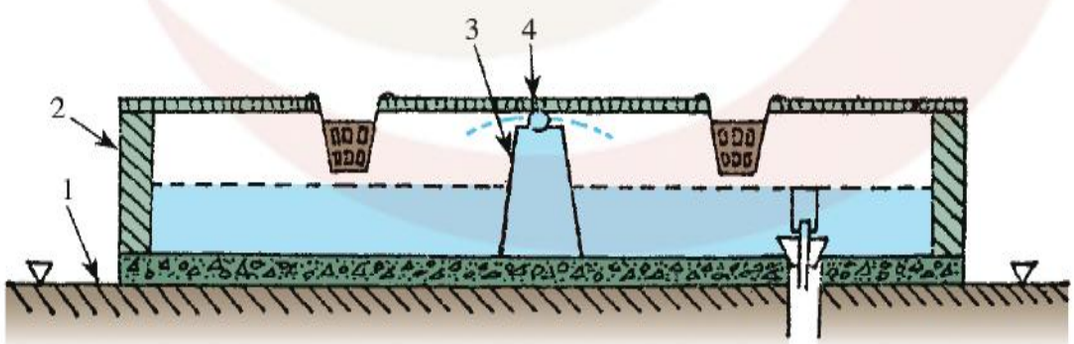


图 2–11 深液流水培设施

思考

种植槽是透光的好，还是不透光的好？

深液流水培设施主要由种植槽、定植板、贮液池和营养液循环系统组成。



1. 种植槽 2. 定植板 3. 贮液池 4. 营养液循环系统

图 2–12 改进型神园式深液流水培设施组成示意图

微信公众号：电子课本大全

2 营养液膜水培技术

营养液膜水培是指将植物种植在浅层流动的营养液中的水培方法（图2-13）。营养液膜水培的特点有：设施的投资少，施工简单、方便；种植槽内的液层浅且流动，作物根系一部分浸在浅层流动的营养液中，另一部分暴露于空气中，可以较好地解决根系的氧气供应问题；易于实现生产过程的自动化管理。但营养液膜水培种植槽的耐用性较差，维护工作频繁，后续投资较多；营养液总量少，液层浅，根际环境稳定性差，对管理人员的技术水平和设备的性能要求较高；营养液膜水培为封闭的循环系统，一旦发生病害，很容易在整个系统中传播、蔓延。



图2-13 营养液膜水培生产

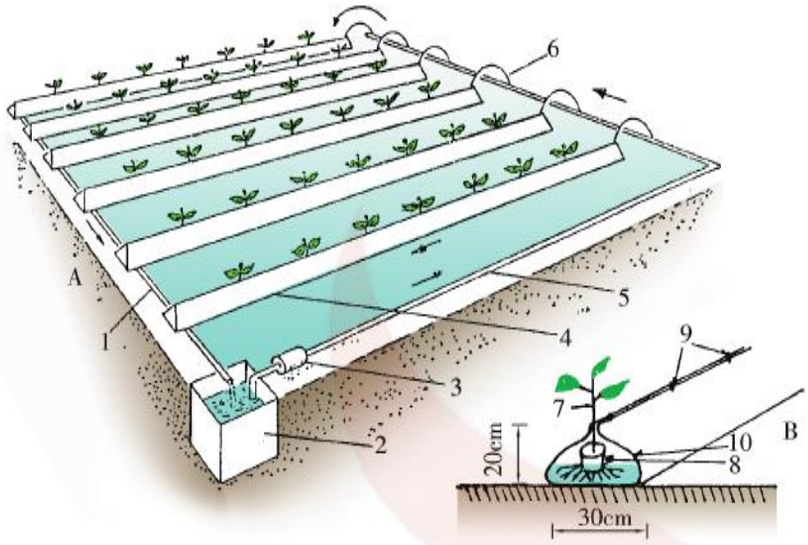
小资料

营养液膜技术发展史

营养液膜技术是由英国人库柏（A.J.Cooper）于1973年首创的。1979年以后，该技术以其造价低廉、易于实现生产管理自动化等特点，迅速在世界上许多国家推广应用。美国的Grane、英国的Adams、印度的Douglas等人曾对NFT的构造及日常管理等方面进行过许多改进和提高。我国于1984年在南京开始应用此项技术进行无土栽培，效果良好。

营养液膜水培设施主要由种植槽、贮液池、营养液循环流动装置三部分组成（图2-14）。此外，还可以根据需要，适当增加一些其他辅助设施，如浓缩营养液贮备罐及自动投放装置、营养液加温及冷却装置等。

微信公众号：电子课本大全



1. 回流管　2. 贮液池　3. 泵　4. 种植槽　5. 供液主管　6. 供液　7. 苗　8. 育苗钵　9. 木夹子　10. 聚乙烯薄膜
A. 全系统示意图　B. 种植槽剖视图

图 2-14　营养液膜水培设施组成示意图

3 小型水培装置

随着人民生活水平的提高，家居条件的改善，小型水培装置在家庭中的应用也越来越多；随着中小学校对学生素质教育的逐步开展和深入，已有越来越多的学校应用无土栽培技术作为教学内容；同时，科研人员也乐于采用这一技术作为研究的工具。

目前较常见的小型无土栽培装置主要有：营养液自体循环的小型深液流水培装置，其结构包括种植槽、定植板、定植杯、营养液自体循环流动系统（图 2-15）；小型简易静止水培装置可选用塑料、陶瓷、玻璃（表面涂漆）等耐腐蚀材料做盛装营养液的容器，其结构包括容器、泡沫塑料定植板、定植杯等（图 2-16）。

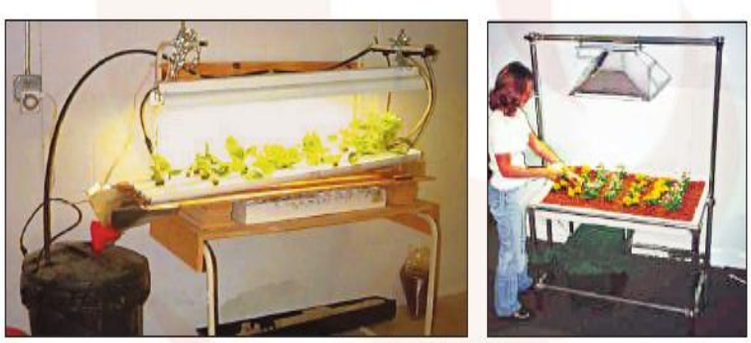


图 2-15　家庭小型水培装置



图 2-16　国外的小型水培装置

微信公众号：电子课本大全

思考

还有哪些生活中常见的物品可以用来作为水培箱？

探究

如何解决水培设置中的通气问题？

练 习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 深液流水培设施和营养液膜水培设施的主要组成有哪些？

2. 利用自己生活中废弃的物品，设计制作小型简易水培设施，看谁设计得最科学，材料最便宜。提示：注意安全用电。

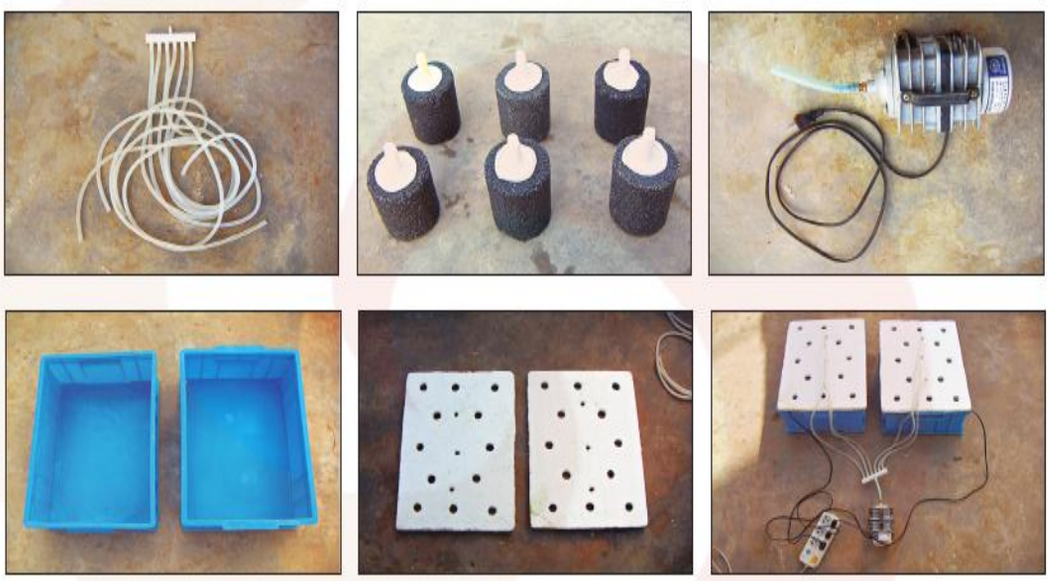


图 2-17 简易水培设施

微信公众号：电子课本大全

本章小结

营养液的配制和管理是无土栽培技术的核心。营养液浓度有直接表示法和间接表示法两种。本章列举了几种常见的经验营养液配方，营养液可以通过母液稀释工作营养液的步骤来配制，也可以直接配制。在配制中要注意化合物的充分溶解，在混合过程中要不断地进行搅拌，避免沉淀析出。水培主要有深液流水培和营养液膜水培两种形式，每种水培技术都有各自的利弊，要根据实际情况来选择合适的栽培设施。

综合实践

利用前面设计的水培装置，选择配制一种适宜的营养液，栽培一种花卉或蔬菜，并将整个栽培过程和技术要点记录下来。

日期	设施内		营养液		作物生长情况	处理措施
	温度	湿度	EC	pH		

微信公众号：电子课本大全

第二章 学习评价



GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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	

微信公众号：电子课本大全



第三章　基质与基质栽培

Chapter 3　Soilless Media and Culture

一　常用基质
二　基质容器栽培
三　基质槽培
四　基质立体栽培



在无土栽培中基质的使用非常普遍，它是一种非土壤的固体材料，从育苗阶段和定植时利用少量的基质来固定和支持作物，到用营养液浇灌的作物基质栽培，都需要各种不同的基质。基质栽培是用固体基质作栽培介质，用以固定作物，并通过浇灌营养液或施用固态肥和浇灌清水供给作物生长发育所需的水分和养分，进行作物栽培的一种无土栽培形式。基质栽培有多种形式，可分为平面栽培和立体栽培。平面栽培可分为容器培、槽培等，立体栽培可分为袋状栽培、柱状栽培等。

微信公众号：电子课本大全

一 常用基质

1. 常用基质的种类和特性
2. 基质的选择和处理

学习目标

1. 了解无土栽培基质的种类和特性。
2. 掌握基质栽培中基质的选择和处理方法。

1 常用基质的种类和特性

基质是一种非土壤的固体材料，可分为无机基质和有机基质两大类。无机基质主要是一些天然矿物或经高温处理后的产物，主要有蛭石、岩棉、珍珠岩、砂、砾石、膨胀陶粒、炉渣，以及各种聚烯烃树脂和发泡材料等。有机基质主要是一些有机生物残体及其衍生物，有草炭、锯末、芦苇末、炭化稻壳、树皮、甘蔗渣、菇渣、椰糠及腐叶等。

无机基质

岩棉：是辉绿岩（60%）、石灰石（20%）及焦炭（20%）混合后经1 600℃高温熔化，再喷成直径为0.05 mm的纤维棉状物，然后经加工制成供无土栽培用的岩棉板或岩棉块（图3-1）。岩棉具良好的物理性状，质轻、孔隙度大、透气性好，但保水性较差，pH较高（一般为7.0～8.0），含作物可利用的有效成分较少，使用前需加工处理。国外(如西欧)应用岩棉栽培的面积较大。岩棉是当今无土栽培中应用效果最好的一种固体基质材料。



图3-1 岩棉

砾石：是指直径较大的花岗岩小石粒，直径一般为1.0～2.0 cm，但不能采用石灰质砾石。由于砾石的密度大，在使用时不易搬运和消毒处理，生产中应用范围有限，故主要用于科研或特殊栽培需要。

蛭石：是铝、镁、铁、硒的复合物，属云母族次生矿物，由一层层薄片叠合在一起构成。这种矿物质在1 093℃下经处理形成膨胀体，其体积平均膨大15～25倍而成蛭石（图3-2）。它是一种惰性矿物质，质轻，总孔隙度很大，有良好的吸水性、透气性及保水性，pH中性或偏酸性，含有多种矿物质元素，钙、钾、镁、铁成分含量较高，绝缘性好，可使根际温度稳定。我国蛭石资源丰富，东北及河北、山东等地均有生产供应。


图3-2 蛭石

珍珠岩：是筛选后的含硅矿物在760℃下经处理形成的膨胀疏松颗粒体（图3-3），直

微信公众号：电子课本大全

径为 1.5 ~ 3.0 mm，质轻、吸水性强，可吸收比自身重 3 ~ 4 倍的水，pH 中性或偏酸性，无缓冲作用，多与其他基质混合使用，以克服其与作物根系接触不良影响生长的缺点。



图 3-3　珍珠岩

思考

炉渣为煤燃烧后的残渣，具有良好的通气性，价廉易得。炉渣可以用作无土栽培的基质吗？为什么？

有机基质

有机基质主要有泥炭、锯末、芦苇末、炭化稻壳、腐叶等。

泥炭：由半分解的植被组成。根据植被来源、分解程度及矿物质含量等决定其种类。泥炭质地细腻，透气性差，持水与保水力强，pH 偏酸性或酸性，富含有机质（有的高达 70 % 以上），含有作物生长所需的营养成分。一般不单独作栽培基质使用，多与其他基质配成混合基质使用。

锯末：木材加工副产品，广泛用于袋培、槽培或盆栽等。质轻，具较强的吸水性和保水性，多与其他基质混合使用，以黄杉、铁杉锯末最好。若树种有毒，其锯末则不能作栽培基质使用。

芦苇末：利用造纸厂废弃的下脚料芦苇渣，添加一定比例的鸡粪等辅料，在发酵微生物的作用下，堆制发酵合成优质环保型无土栽培有机芦苇末基质。其成分与天然泥炭相近，尤其是各种营养元素含量丰富，微量元素的含量基本能满足作物生长发育的要求。

炭化稻壳：是将稻壳加温炭化而成的一种固体基质材料。质轻，孔隙度高，透气性好，保水性较强，不易过干过湿，含有作物生长所需多种营养，尤以含钾量为高（100 g 稻壳中含可溶性钾达 190 ~ 300 mg），但 pH 偏碱性，且经处理后易变化升高，使用时应予注意。炭化稻壳多用于无土育苗，是最近发展起来的一种无土栽培新基质。

腐叶：深秋时，选择合适的地点，挖一大坑，然后把大量的阔叶树树叶集中在坑里，将其压实后灌水，然后在上面覆盖塑料薄膜，并覆盖土壤，经过一个冬季，可以在土地解冻后将已经腐败的落叶从土中挖出置于空气中，经常喷水、翻动，以利风化，然后将其捣碎、过筛使用。

泡沫塑料、树皮、甘蔗渣、菇渣、椰糠等有机基质也用于无土栽培。

阅读

有 机 基 质

冬季温室大棚的蔬菜和花卉生产在全国各地很普遍，新鲜蔬菜、美丽花卉的生长离不开各种营养的供应。但有时科技人员在温室内种植番茄时，整个生长期只浇水，不施肥，番茄仍然高产。这是什么原因呢？

微信公众号：电子课本大全

其实这是科技人员研究的一种新型基质在起作用，这种基质就是有机基质。由于该种基质中含有蔬菜生长所需的各种营养元素，所以整个生长期只浇水就可满足蔬菜生长所需要的营养。



如果让你找一种有机基质用来栽培蔬菜，你首先想到的有机基质是什么？

复合基质

复合基质也称混合基质，由两种或几种基质按一定比例混合而成。基质的种类和配比因栽培植物的种类而异。例如，草炭、蛭石、炉渣、珍珠岩按照20∶20∶50∶10混合，适合于番茄、辣椒育苗；按照40∶30∶10∶20混合，适合于西瓜育苗。1∶1的草炭、蛭石，1∶1的草炭、锯末，1∶1∶1的草炭、蛭石、锯末，或1∶1∶1的草炭、蛭石、珍珠岩等混合基质适合于各种作物栽培。

2 基质的选择和处理

在进行无土栽培时，要根据所栽培的作物、基质的来源及价格等进行综合考虑选择，基质选定后，要根据基质性状进行合理的配比和处理。

基质的主要性状

表3-1 常用基质的主要性状

基质名称	容重/（g/cm³）	总孔隙度/%	气水比	pH
砂子	1.49	66.0	1∶0.03	6.5
煤渣	0.70	54.7	1∶1.51	6.8
蛭石	0.13	95.0	1∶4.35	6.5
珍珠岩	0.16	93.2	1∶1.04	6.3
岩棉	0.11	96.0	1∶0.55	6.3
泥炭	0.21	84.4	——	6.9
棉籽饼或菇渣	0.24	74.9	1∶0.36	6.4
锯末	0.19	78.3	1∶1.26	6.2
炭化稻壳	0.15	82.5	1∶0.43	6.5
泡沫塑料	——	82.9	1∶7.13	——
蔗渣	0.12	90.8	——	5.3

微信公众号：电子课本大全

基质容重指单位体积内干燥基质的质量，以 g / cm³ 表示，反映了基质的疏松、紧实程度。容重过大，基质过紧过实，总孔隙度小，透气性则差，影响栽培效果；容重过小，基质过于疏松，基质过轻，总孔隙度大，虽具有良好通透性，但浇水时易漂浮，不利于固定根系。一般认为以选用 0.1 ~ 0.8 g / cm³ 者为宜。

总孔隙度是指基质中持水孔隙和通气孔隙的总和，以相当于基质体积的百分数来表示。总孔隙度大，基质就疏松，容纳空气与水的量就大，有利于作物根系生长，但作物根系的支撑固定作用较差，易倒伏。一般基质总孔隙度以 50% ~ 90% 为宜。

气水比是指在一定时间内基质中容纳气、水的相对比值（通常以孔隙直径在 1 mm 以上的大孔隙与孔隙直径为 0.001 ~ 0.1 mm 的小孔隙之比来表示）的大小，可进一步说明基质中的气、水关系。一般地，气水比越小，基质持水力越强，反之，持水力则越弱。如蛭石的气水比小，持水力较大，不易干燥，但因其总孔隙度较大，故其透气性亦较良好。因此，在选用基质时，可用总孔隙度与气水比来综合考虑。一般认为，气水比在 1 : 4 至 1 : 2 内为宜，这样作物生长良好，又便于管理。

思考

常用基质的主要性状有什么差别？试配制一种复合基质，并分析配比的理由。

了解了基质的主要性状特点后，我们要根据其特点进行基质的选择，选择时应考虑些什么呢？

基质选用的原则

首先，必须具备良好的物理性状。基质粒径大小直接影响空气和水的含量及容重、孔隙度等指标，应根据栽培对象选用适当大小粒径的基质。砂粒粒径以 0.5 ~ 2 mm 为宜，陶粒粒径以 1 cm 以内为好。

其次，应考虑基质的化学性质，要了解基质本身所含可供作物吸收利用的矿物质营养状况，要注意基质种类相同而来源不同时化学成分的变化，也要注意基质贮存中的化学成分变化，必须选用性质稳定的基质；应注意基质是否含有有害成分或受污染与否，凡含有有害成分和受污染的基质均不得使用；另外，还应考虑基质成本与资源，应选用价格便宜、资源丰富的基质，以利无土栽培发挥更佳效益。

理想的基质应该适合多种植物种植，容重轻，吸水率大，持水力强，具有一定的弹性和伸展性，不带病菌，在高温和低温下不易变形，无污染，价格适中，便于搬运。为达到理想的栽培效果，可将两种或三种基质进行混合，形成复合基质来使用。

按照实际需要正确而合理选定的基质，在使用前必须进行筛选、去杂质、清洗或必要的粉碎、浸泡等前处理。使用后须按基质理化性质选择适宜方法消毒灭菌，如用蒸汽消毒、化学药剂消毒等，然后经检验合格方可重复使用。特别是连续栽培同一种作物，极易发生病虫害，因此，如果基质连续使用，必须进行消毒处理。如果营养液使用过久，在基质中会有大量盐分积累，影响基质进一步使用的效果，再利用时，应以清水浸泡或用清水冲洗去除过多盐分。

微信公众号：电子课本大全

思考

选择基质时应考虑哪些因素？进行番茄、辣椒育苗时，什么样的基质最理想？

基质的消毒

基质在使用前和使用后会集聚一些病虫害的虫卵，尤其是在多次种植之后，虫卵和病害残留会更多，因此要进行消毒。主要的方法有蒸汽消毒、化学药品消毒、太阳能消毒等。

蒸汽消毒：将基质装入柜中或箱内（体积1～2 m^3），用通气管通入蒸汽进行密闭消毒，一般在70～90℃条件下持续15～20分钟即可。如基质量大，可堆积成20 cm高的基质堆，覆盖防水耐高温的布，导入蒸汽，在70～90℃条件下持续1小时。

化学药品消毒：40 %甲醛（福尔马林）40～50倍液，用喷壶每立方米喷洒20～40 L，用塑料薄膜覆盖24小时，使用前揭去薄膜让基质风干2周左右，以避免残留药物危害。对砾石和砂子消毒可用漂白粉（次氯酸钠或次氯酸钙）消毒，在水池中配制0.3 %～1 %的药液，浸泡基质半小时以上，最后用清水冲洗，消除残留氯。

太阳能消毒：将基质堆高20～25 cm，在堆放基质时用水将基质喷湿，可使其含水量超过80%，然后用塑料布覆盖，暴晒10～15天，即可达到消毒的目的。

小试验

番茄基质育苗试验

试验目的 通过番茄基质育苗试验，学会基质的配比和消毒。

试验准备

1. 基质：草炭、蛭石、炉渣、珍珠岩。
2. 材料：育苗钵、塑料薄膜。

试验过程

1. 将草炭、蛭石、炉渣、珍珠岩按20∶20∶50∶10混匀。
2. 将基质铺成20 cm厚，上面覆盖塑料薄膜，在太阳下晒15天进行消毒。
3. 将消毒后的基质装入育苗钵，压实，浇水。
4. 在育苗钵中播2～3粒番茄种子，覆盖0.5 cm厚的基质。
5. 放在温暖处，观察出苗情况。
6. 根据苗的长势进行幼苗管理。

案例分析

基质的处理

某农场发展设施蔬菜生产，在新建的设施中利用塑料钵进行蔬菜无土栽培，选用的基质是由鸡粪、蛭石、草炭组成的复合基质。工人们将生菜苗从育苗床移栽过来后，高兴地等待着无土栽培的效果，但两天后过来再看时发现生菜叶边开始失绿，慢慢干

微信公众号：电子课本大全

枯，同时在温室内其他地方生菜也出现相同的症状。工人们以为有病害，赶紧叫技术员来看，技术员一看，问："你们用的什么基质？"工人们说："是复合基质呀，还是用刚从鸡场拉来的鸡粪配制的，肯定有营养。"技术员一听，说："你们错了，怎么可以用新鲜的鸡粪呢？新鲜鸡粪在高温下会释放出氨气，在温室内的密闭环境中，很容易发生氨中毒，生菜是氨中毒了，新鲜鸡粪需要经过堆沤消毒才可以用。"工人们听了，深感后悔，看来种菜还真的要讲科学，配有机基质时还需要对基质进行处理。

思考　基质为什么要进行处理？处理的方法都有哪些？



说出你所知道的基质，说明它是无机基质还是有机基质，并说明理由。这些基质在生产中应用时应该做哪些处理？请写出你的结果，并和同学们讨论。

微信公众号：电子课本大全

二 基质容器栽培

学习目标

1. 了解基质容器栽培的概念。
2. 学会利用家里的空间和容器进行简易无土栽培。

将基质放入各种容器，利用滴灌系统或人工供应营养液，来进行无土栽培的方式叫容器栽培。

容器有多种形式，如各种营养钵、营养盘、营养袋等，材料以塑料制品较多。

袋培是指把固体基质装入塑料袋中进行作物栽培的方式。袋子通常由抗紫外线的聚乙烯薄膜制成。在高温季节或南方地区，塑料袋表面以白色为好，以便反射阳光，防止基质升温。相反，在低温季节或寒冷地区，袋面应以黑色为好，以利于吸收热量，保持袋中的基质温度。袋培分为筒式栽培（图 3–4）和枕头式栽培（图 3–5）。



图 3–4 筒式袋培番茄

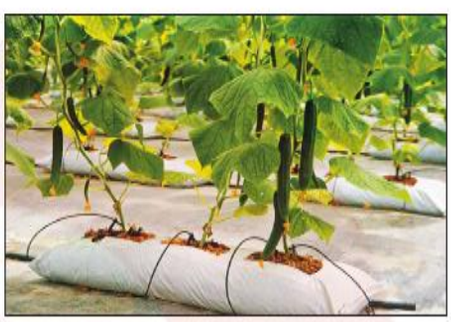


图 3–5 枕头式袋培黄瓜

营养钵栽培是指将基质装入营养钵进行栽培的方法。营养钵的大小要根据栽培的作物和生长期的长短进行选择。生长期长的作物选择体积大的营养钵。

营养盘栽培是指将基质装入营养盘进行栽培的方法。营养盘栽培多用于生长期较短的叶菜类蔬菜栽培。

容器栽培的特点是可以移动，可以充分利用空间进行摆放。容器的大小要根据栽培作物的种类、生长期长短进行选择，小株型植物可以选择体积较小的营养钵，大株型植物要选择较大的营养钵。容器的底部要有一个或多个渗水孔用于排水。



图 3–6 容器栽培花卉 1

微信公众号：电子课本大全



图 3-7　容器栽培花卉 2

容器无土栽培的管理要根据所用基质的种类，容器的大小、形状，作物的种类进行确定。对有机无土基质栽培，基质的营养丰富，一般生长期不需要增加营养，只需根据作物的需要及时浇灌清水即可；如果是无机基质，要根据基质所含营养的成分进行营养液的浇灌。对小面积栽培，可采用人工浇灌营养液的方法；对大面积的容器基质栽培，要采用滴灌系统进行营养液的自动供应。在进行栽培时，将消毒后的基质放入容器中，定植后，要让植株的根系和营养液接触，保证根系顺利吸收营养。



图 3-8　小型容器栽培







图 3-9　小型容器栽培透视图



图 3-10　基质钵栽番茄



图 3-11　基质盆栽甜瓜

思考

1. 现在家里的阳台都较大，如何利用阳台进行简易的无土栽培？
2. 我们的身边有哪些东西可以用作无土栽培的容器？

微信公众号：电子课本大全



1. 容器栽培在你的周围有应用吗？请举例说明。如果你要无土栽培花卉或蔬菜，你应当做哪些准备？写出你的计划。

2. 以草炭为基质、塑料瓶为容器，栽培一种花卉或蔬菜，你需要做哪些准备呢？先将计划写好，然后开始行动，半个月后看各自的劳动成果。

微信公众号：电子课本大全

三 基质槽培

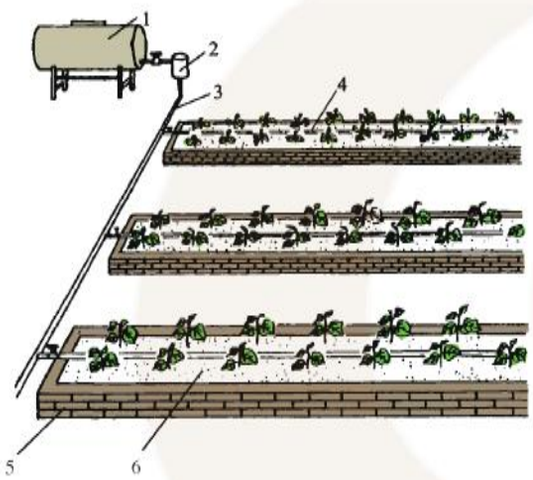
1. 槽培的设施结构
2. 槽培的技术要点

学习目标

1. 认识槽培的常规设施。
2. 掌握槽培的技术要点。
3. 能就地取材，制作简易的槽培设施，进行简易槽培。

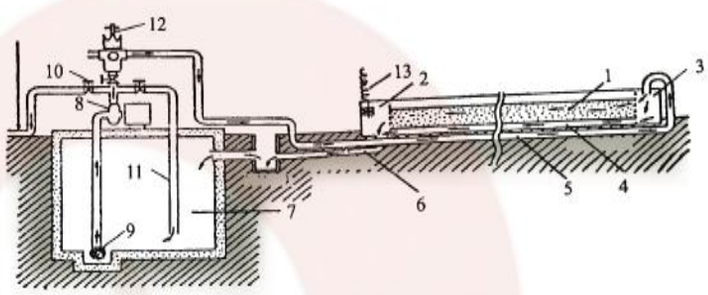
1 槽培的设施结构

槽培的设施主要包括种植槽、灌排液装置、贮液池、转换式供水阀和管道。根据供给作物的营养液是否循环使用，槽培可分为开放式槽培（图3–12）和循环式槽培（图3–13）。



1. 贮液罐　2. 过滤器　3. 供液管　4. 滴灌带
5. 砖　6. 有机基质

图3–12　开放式槽培



1. 石砾层　2. 排液缓冲间　3. 灌液缓冲间　4. 灌排管
5. 供液管　6. 回流管　7. 贮液池　8. 泵　9. 水泵滤网
10. 阀门　11. 分液管　12. 转换式供液阀　13. 传感器

图3–13　循环式槽培种植系统

开放式槽培供给作物的营养液不循环利用，直接排往室外丢弃或者浇灌大田作物。其主要优点是结构简单，施工容易，造价便宜，管理方便，不会因营养液循环而导致病害蔓延；缺点是营养液消耗较多，多余的营养液弃之不用会造成对外界环境的污染。该种植槽培主要在土传病害较多地区运用。对于基质颗粒较细小的砂培，保水性能较好的有机基质栽培，由于需营养液较少，可采用这种开放式槽培滴灌法供液。

循环式槽培种植系统中多余的营养液不排掉弃去，而是通过回流管道，流回地下集液池中，供循环使用。其优点是不会造成营养液的浪费及环境污染，缺点是设计复杂，基本建设投资高，容易传播根际病害。在基质颗粒较大的砾培中，由于保水性能不好，营养液用量大，需采用这种循环式系统。

微信公众号：电子课本大全

马上行动

观察下面两种槽培系统（图 3–14），你能找出它们的不同吗？

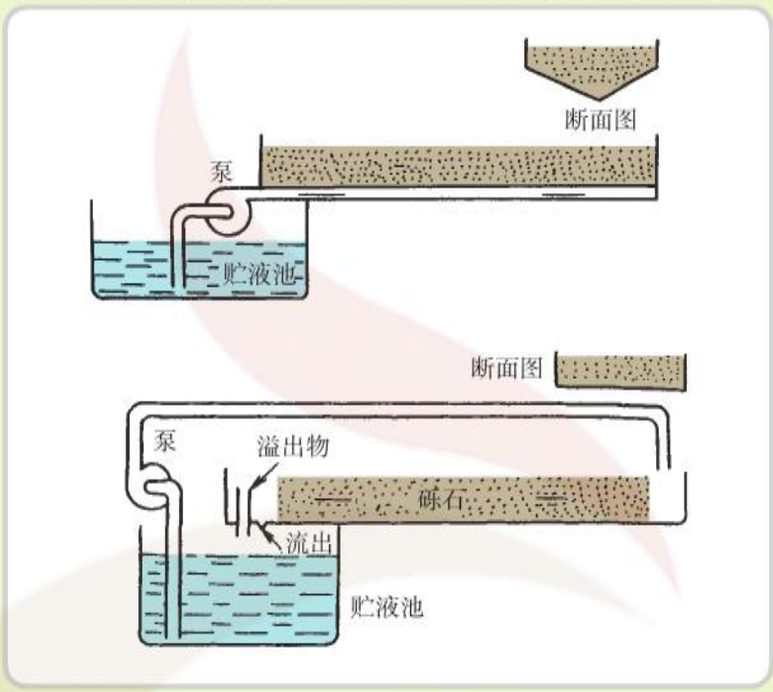


图 3–14　水培系统示意图

上图中营养液从_____进入栽培床，下图中营养液从_____进入栽培床。

上图为开放式槽培供液系统，无营养液回流管，被作物吸收利用后剩余的营养液不能够循环利用；下图为循环式槽培供液系统，其剩余营养液通过回流管流往贮液池，供循环使用。

2 槽培的技术要点

槽培目前在我国应用较多，在实际应用时应考虑如下几点。

营养液配方及浓度

应根据基质的性质和栽培作物选择合适的营养液配方和浓度。如在石砾槽培中，由于石砾所持营养液量少，且不具缓冲作用，故营养液浓度不宜太高，以免由于植物的蒸腾作用使营养液浓度升高；而在有机基质槽培中，基质中由于预先混入一定量的肥料，这样在定植后 20 天内不需浇灌营养液，只需供给清水即可。

供液频率和供液量

供液频率受基质的颗粒大小和持水状态、作物种类、植株大小、气候等几方面因素的影响，要根据具体情况而定。总的要求是要有足够的水供给作物吸收，防止因水分消耗造

微信公众号：电子课本大全

成营养液浓度过高。营养液灌入种植槽内的液面应在基质表面以下 2 ~ 3 cm，使基质表面保持干燥，以阻止藻类生长，防止根系进入基质表层，从而避免受到强烈阳光照射时因温度太高而灼伤，同时也可以减少水分损失和避免营养液浓度迅速升高，以至于在表面形成盐霜。



槽培番茄



槽培网纹甜瓜

图 3-15　槽培蔬菜

练　习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 美国宇航局“机遇”号探测器从火星上传回了沙丘的清晰照片，而“火星快车”直接探测到火星表面有冰冻水，这一发现为人类太空移民提供了想像空间。欧洲宇航局称人类将在2030年左右实现登陆火星计划。请为未来人类移民火星时设计一套基质栽培方案，为人类在火星上最初生存解决食物问题。

2. 设计一种简易的槽培设施，画出草图，说明其工作原理。

微信公众号：电子课本大全

四 基质立体栽培

1. 立体栽培的主要形式
2. 立体栽培的关键技术

学习目标

1. 了解立体栽培的主要形式。
2. 掌握两种主要的立体栽培技术。

1 立体栽培的主要形式

柱状栽培

栽培柱采用石棉水泥管或硬质塑料管，在四周按螺旋位置开孔，植株种植在孔中的基质中（图3-16，图3-17）。也可采用专用的无土栽培柱，栽培柱由若干个短的模型管构成。每一个模型管上有几个突出的杯状物，以栽培小型作物。

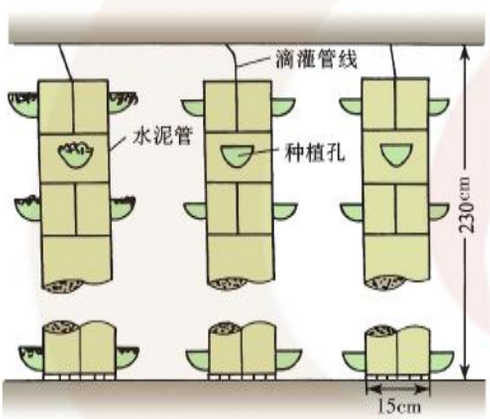


图3-16 柱状栽培



图3-17 柱状栽培实景

长袋状栽培

长袋状栽培是柱状栽培的简化，栽培袋采用直径为15 cm、厚为0.15 mm的聚乙烯筒膜，长度一般为2 m，内装栽培基质，将上下两端结紧，悬挂在温室中。袋子的周围开一些2.5～5 cm的孔，以种植作物（图3-18）。

除了上述的立体基质栽培形式，还有其他各种形式的立体栽培技术，如温室吊栽立体床架式栽培（图3-19）、盆钵状栽培等。

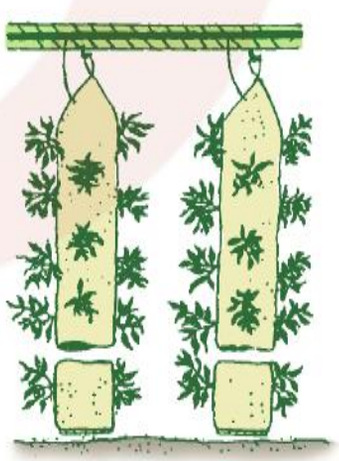


图3-18 长袋状栽培

微信公众号：电子课本大全

2 立体栽培的关键技术

栽培作物的选择

柱状栽培并不适于所有作物，扬长避短才能发挥立柱的作用。一般矮生型植株适宜柱状栽培，其向上生长的高度一般不宜超过 45 cm。

目前栽培较多的主要是散叶生菜、紫背天葵等小株型植物。株型较高的植株会因空间限制和重力作用茎秆倒伏，影响生长；对光照要求较高的植物，不宜进行立体栽培。由于立柱的特殊构型，结球生菜不能前后左右对称生长，因此外形不美观，商品性能差，不适宜柱状栽培。

马上行动

下列作物哪些可以采用立柱式栽培，哪些不可以？为什么？

番茄，大豆，草莓，茼蒿，油菜，芹菜，玉米，甜瓜，黄瓜，甘蓝，大白菜。

水分和养分的供应

水分和养分的供给是靠安装在每个柱或袋顶部的滴灌系统进行的，营养液从顶部灌入，向整个栽培袋渗透。对于柱状栽培和立柱式盆钵无土栽培，也可采用自上而下的逐一定植钵滴灌营养液。



a. 温室吊栽草莓仰视图



b. 温室吊栽草莓俯瞰图

图 3–19　温室吊栽草莓

光照调节

光照是影响立体栽培产量和品质的重要环境因子。在柱式栽培时，光照强度随着栽培钵层次的下降而递减。据测定，每下降一层，光照强度平均减少 15%，并且立柱阳面植株获得的光照好于阴面，除最高一层阴面与阳面光照接近外，其余各层的阴面只有阳面光照的 50 % 左右。为了弥补光照的不足和差异，需要定期对立柱进行旋转，使每一层的作物都能接受足够的阳光，这是保证作物整齐生长和提高产量的重要方法，另外也可以采取人工补光的办法。

微信公众号：电子课本大全

案例分析

空 中 花 园

古巴比伦“空中花园”是人类创造的辉煌文明，它是建立在荒漠之中，以石为基，用芦苇和沥青以及幼发拉底河的泥土为材料凌空搭建的四层建筑，平台由下到上逐渐缩小，每层上面铺有芦苇和沥青的混合物，为了防止漏水，上面又铺了两层砖，并浇铸了一层铅，采取了这些措施之后才在上面一层一层地铺上肥沃的泥土，种植了许多花草树木，在花园的最上面还建有大型水槽，通过水管随时供给植物适量的水分。这些花木远远看去好像长在空中，因此叫“空中花园”。园内花卉奇异，树木成阴，可以想像它的神奇和美丽。

思考 “空中花园”是一种立体栽培吗？为什么平台要由下到上逐渐缩小？

练 习

1. 为什么立柱式栽培不适合株型高大的植物？
2. 用什么方法可以调整立体栽培植物的光照？在设计时应注意什么？

本章小结

无土栽培基质是一种非土壤的固体材料，可分为无机基质和有机基质两大类。理想的基质应该适合多种植物种植，容重小，吸水率大，持水力强，具有一定的弹性和伸展性，不带病菌，在高温和低温下不易变形，无污染，价格适中，便于搬运。使用前必须进行消毒处理。

将基质放入各种容器，利用滴灌系统或人工浇灌来供应营养液，进行植物栽培的方式叫容器栽培。槽培的设施系统可分为开放式和循环式两种。立体栽培是充分利用设施空间进行栽培的形式，可分为长袋状栽培和柱状栽培等。

基质栽培中应根据基质的性质和栽培作物选择合适的营养液配方和浓度，注意供液频率和供液量。立体栽培要注意栽培作物的选择和光照管理。

微信公众号：电子课本大全

综合实践

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 参观现代化温室，注意观察你所看到的基质栽培形式，根据观察结果填写下表。

所用基质	主要设施	栽培作物	供液系统方式

2. 容器栽培、立体栽培有很多种式样。请发挥你的想像，设计几种容器、立体栽培的方式，画出草图，说明营养和水分供应的方式。

3. 利用本章所学的知识，在自家阳台上进行基质容器栽培设计，用无土栽培花卉布置自己的家，使它变得更加漂亮。

微信公众号：电子课本大全

第三章 学习评价

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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	

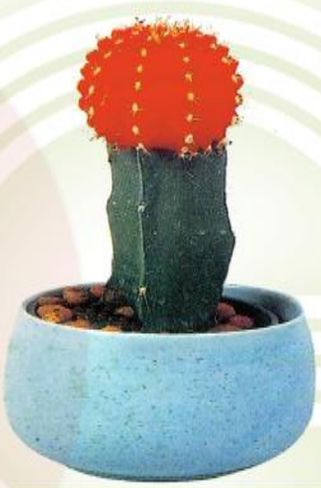
微信公众号：电子课本大全

第四章　无土育苗技术

Chapter 4　Technology of Soilless Seedling Produce



一　常用无土育苗技术
二　番茄无土育苗实践
三　嫁接育苗技术



中国是最早运用育苗技术的国家之一。无土育苗技术是对传统育苗技术进行的一次革命。无土育苗省去了传统有土育苗所需的大量床土，减轻了劳动强度，便于实行标准化管理和专业化、工厂化、商品化生产；无土育苗具有加速秧苗生长，缩短苗期，利于培育壮苗和避免土传病虫害的作用。20世纪60年代发明的穴盘育苗技术使育苗进入机械操作的工厂化时代，20世纪80年代中期引入我国，目前呈现强劲的发展势头，推动了我国园艺生产现代化。

微信公众号：电子课本大全

一 常用无土育苗技术

学习目标

1. 无土育苗的定义
2. 常用的无土育苗方法

1. 掌握无土育苗的定义。
2. 初步学会常用无土育苗方法。

1 无土育苗的定义

无土育苗（soilless seedling produce）是指不用天然土壤，而利用蛭石、石英砂、泥炭、珍珠岩、岩棉块等天然或人工合成基质及营养液，或者利用水培及雾培进行育苗的方法，有时也称营养液育苗。无土育苗是无土栽培中不可缺少的重要环节，并且还在不断发展完善。

马上行动

请列举出你见过的无土育苗实例。

室内 _____ _____ _____ _____

室外 _____ _____ _____ _____

2 常用的无土育苗方法

无土育苗方法多样，主要有播种育苗、扦插育苗和组织培养育苗三种。此外，依据育苗容器的不同，可分为营养钵育苗（图4–1）、岩棉块育苗（图4–2）、穴盘育苗（图4–3，图4–4）、育苗筒育苗等。

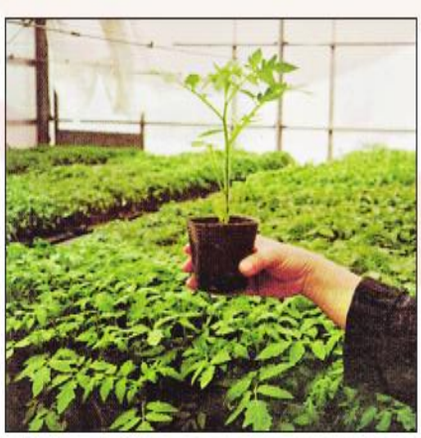


图4–1 营养钵育苗



图4–2 岩棉块育苗

微信公众号：电子课本大全



图 4-3　穴盘育苗



图 4-4　规模化穴盘育苗

播种育苗

根据育苗的规模和技术水平，播种育苗可分为普通无土育苗和工厂化无土育苗两种。

普通无土育苗主要在阳畦、电热温床或配备临时加温装置的日光温室、塑料大棚等设施内进行，采用苗床、育苗钵、育苗盘、穴盘、岩棉块等。

工厂化穴盘育苗是在人工控制的环境条件下，按照一定的工艺流程或标准化技术进行秧苗的规模化生产。

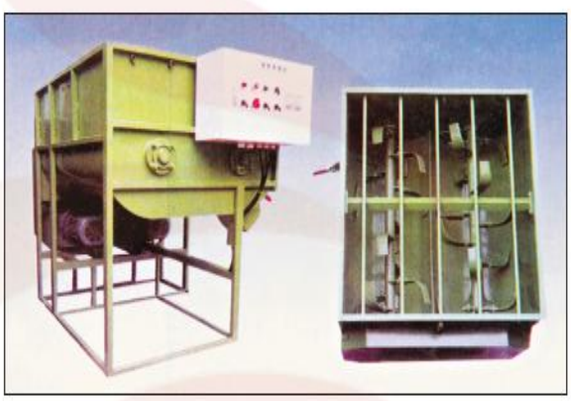


图 4-5　双向基质搅拌机

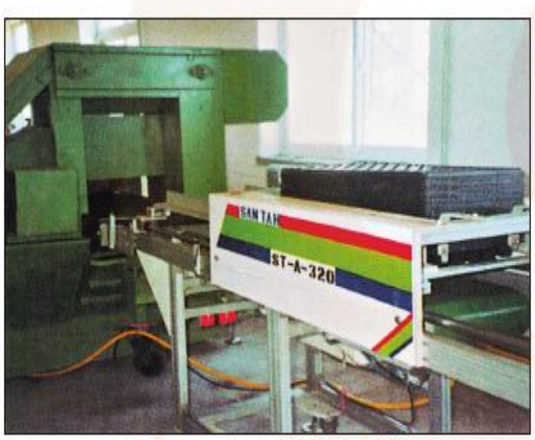


图 4-6　自动精播生产线



图 4-7　育苗设施内的喷水系统

小资料

工厂化育苗

工厂化育苗是育苗技术发展的必然趋势。工厂化育苗通常采用穴盘式育苗，用精量播种机向穴盘中播经过包衣的种子，每穴一粒，出苗后幼苗各占其位，互不干扰，不需要分苗。穴盘育苗常采用的基质有草炭、蛭石、珍珠岩等。穴盘在种子播种浇水后立即移入催芽室，室内温度和湿度可根据不同种子的发芽要求进行调节。出苗后即移入绿化室见光，防止旺长，并根据不同生育期调整室内温度和湿度等，促进幼苗生长 。脱盘后，因幼苗根系与

微信公众号：电子课本大全

基质已经紧紧地包合在一起，一般不会散坨，脱盘后只需在根部喷少许水，然后根据苗的大小用薄膜包住根部，叶片外露，扎成捆装入纸箱，便于远距离运输定植。采用穴盘育苗，起苗时不伤根，可达到全根定植的效果。定植后只要温度和湿度适宜，不经缓苗期即可迅速进入正常生长。



图 4-8 工厂化黄瓜育苗

扦插育苗

取植物的部分营养器官（如枝条、叶片或根等）插入基质中，在适宜环境下使其生根，然后培育成苗的技术称为扦插育苗。扦插育苗一般多在早春和夏末进行。扦插时应选择易生根且遗传变异小的部位作为繁殖材料。

小资料

扦插育苗技术

扦插育苗依据选取植物器官的不同分为叶插、枝插和根插。凡是能自叶上发生不定芽及不定根且具有粗壮的叶柄、叶脉或肥厚叶身的种类，均可用叶插法。枝插分软枝扦插和硬枝扦插。软枝扦插选取当年生的健壮、充实、带叶的枝条作插穗，插穗长度 6～10 cm，至少带 2～3 个芽，扦插时剪去下部叶片及部分上部叶片以减少蒸发；硬枝扦插选一二年生健壮枝条做插穗，入冬前砂藏于地窖里，春季扦插或在温室内提前扦插，插穗应选取枝条中段、芽饱满处，长度 10～25 cm。软枝扦插或常绿果树扦插，插入基质的深度为插穗的 1/3～1/2；硬枝扦插时，顶芽与地面相平或稍高于地面。根插主要用于芍药等根上能生不定芽的花卉种类和枝插不易成活的某些果树树种，如枣树等。

扦插后 2～3 天内适当遮阳，防止基质蒸发和插条蒸腾过剧，使插条失水影响成活。3 天后叶插和软枝扦插需保持一定的光照条件，夏季强光下需遮阳。扦插床底加温，使基质温度高于气温 3～5 ℃，可以促进提早生根。插穗只有在湿润基质中才能生根，扦插后要浇足水，然后覆盖塑料薄膜。扦插基质既要能保湿，又通气良好，且无病原菌感染，常用蛭石、珍珠岩、泥炭等基质或者使用复合基质，如蛭石、珍珠岩（1∶1），泥炭、珍珠岩（1∶1）等。

微信公众号：电子课本大全

案例分析

蔷薇扦插

夏季，孙师傅用砻糠灰（黑色）作基质进行蔷薇扦插，扦插前用2，4–D（100 mg/L）把蔷薇插条浸泡10分钟。扦插时孙师傅总是先用小木棒插一下基质，再插下插条，扦插深度为3 cm左右。扦插后孙师傅立即浇透水，第一星期内使基质保持充足的水分，若遇上炎热的晴天孙师傅就多喷水。一星期后逐渐减少浇水次数。孙师傅用这方法扦插蔷薇，10天后便开始长根，15天后便可移栽了。

思考　为什么孙师傅用黑色的砻糠灰作为基质，而且扦插时总是先用小木棍插一下基质，再插下插条？为什么扦插后要立即浇透水？

练　习

1. 参照图示（图4–9）进行月季的扦插育苗和管理，体验扦插育苗的过程，说出扦插育苗的优点与缺点。



图4–9　扦插育苗

2. 选用合适的基质，进行黄瓜的营养钵育苗。

微信公众号：电子课本大全

二 番茄无土育苗实践

学习目标

掌握番茄工厂化穴盘育苗技术。

育苗是番茄等园艺作物栽培的首要环节，培育壮苗是丰产优质的保证。掌握育苗过程中的关键环节，精心管理才能育出壮苗。

苗盘选择

育苗可选用穴盘或育苗盘。如果选用穴盘，育2叶1心苗用288孔苗盘，育3叶1心苗用200孔苗盘，育4～5叶苗用128孔苗盘，育6叶苗用72孔苗盘。



育苗穴盘



塑料营养钵



育苗盘

图4-10 育苗容器

基质配制

有多种基质可供选择，一般用草炭、蛭石（2∶1）混合基质。

播　　期

选用适宜当地气候的品种，根据当地适宜定植期、需苗时间，按所用苗要求的日历苗龄确定播种期。春季设施栽培，育苗一般从上一年11月上中旬开始到当年1月中旬结束，夏



图4-11 播种



图4-12 幼苗

微信公众号：电子课本大全

季一般在7月至8月下旬。播前进行温汤浸种，夏季播前用40％磷酸三钠处理20分钟，然后用清水冲洗干净风干后播种。播种深度72孔穴盘大于1 cm，128孔、200孔和288孔穴盘为0.5～1 cm。

肥水管理

播种后育苗盘喷透水，以后子叶展平前每天酌情浇1～2次清水，子叶展平后用1/2倍Hoagland营养液浇灌，每天1～2次。



图4-13　行走式喷水

温度管理

冬春季播种后应置于催芽室，白天25 ℃，夜间20℃，历时3～4天，当苗盘中60％左右种子出芽后即可将苗盘放进育苗温室。进入温室后日温25 ℃左右，夜温16～18℃为宜。幼苗2叶1心后夜温可降至13 ℃左右，但不要低于10 ℃。白天酌情通风，降低空气相对湿度。

补苗和分苗

穴盘育苗常出现缺苗，在第一片真叶展开时要及时补齐，并浇缓苗水。冬、春季用72孔苗盘育苗时，大多先播种在288孔苗盘内，当小苗长至1～2片真叶时再移至72孔苗盘内，这样可节省温室空间，减少加温能耗。

苗龄与商品苗标准

冬季用72孔苗盘的株高18～20 cm，茎粗4.5 mm左右，叶面积90～100 cm^2，6～7片真叶并显小花蕾，历时60～65天；用128孔苗盘的株高10～12 cm，茎粗2.5～3 mm，叶面积25～30 cm^2，4～5片真叶，历时50天。夏季苗龄需20天左右，株高13～15 cm，茎粗3 mm，叶面积30～35 cm^2。



图4-14　穴盘苗



图4-15　包装穴盘苗

马上行动

比较穴盘苗与营养钵苗有什么区别。

微信公众号：电子课本大全

定　植

幼苗达到定植标准后即可从育苗盘中取出定植。取苗前浇透一次水，可远距离运输。



图 4-16　番茄成品穴盘苗



图 4-17　定植



图 4-18　定植后覆盖基质

思考

与常规有土育苗相比，番茄穴盘育苗具有哪些优势？在穴盘育苗时应注意什么？

练　习

1. 选用当地番茄品种，利用一种基质进行番茄穴盘育苗试验，并记录番茄苗的播种时间、出苗时间以及达到商品苗所需的天数。

2. 利用番茄穴盘苗和常规土培苗进行定植，比较定植苗发育状况。

微信公众号：电子课本大全

三 嫁接育苗技术

1. 嫁接的定义和优点
2. 嫁接育苗的常用方法

学习目标

1. 了解嫁接的定义和优点。
2. 掌握嫁接育苗的方法和管理技术，能够根据需要进行嫁接育苗。

嫁接育苗作为提高植株抗逆性，尤其是防止根部病害的关键措施，在无土育苗中经常采用。

1 嫁接的定义和优点

将一植物的芽（枝）接到另一植物的适当部位，使两者接合成一个新植物体的技术称为嫁接（图4-19）。用的芽或枝称为接穗，而另一植物体称为砧木。嫁接用符号“+”表示，即砧木+接穗，也可用“/”来表示，一般接穗放在“/”之前，如桃/山桃，或山桃+桃。嫁接可以提高作物抗病能力，增强抗逆性及根系吸收、合成和转运能力，提早收获，提高产量。



图4-19 嫁接苗

2 嫁接育苗的常用方法



图4-20 嫁接工具

嫁接育苗首先要选择合适的砧木。砧木与接穗有较高的嫁接亲和力，嫁接后才容易成活。嫁接前应根据可选的嫁接方法准备好嫁接工具，如嫁接刀、嫁接夹、牙签等，并根据砧木和接穗的生长特性分别安排砧木和接穗的播种期，以保证其同时达到适宜嫁接的标准。

嫁接方法主要有靠接、插接和劈接。

靠接法又常被称为“舌接”或“靠插接”，适用于黄瓜、甜瓜、西瓜等作物，尤其是应用于胚轴较细的砧木嫁接。嫁接适期为砧木子叶全展，第一片真叶显露半展，接穗第一片

微信公众号：电子课本大全

真叶始露至半展（图4-21）。



1. 用刀片剔掉生长点，在子叶下方1 cm处与子叶伸展方向垂直的胚轴上下刀，切口长度为0.5 cm左右，深度达到胚轴粗度的1/2，切面平滑



2. 在子叶下方1.5～2 cm垂直于子叶伸展方向的胚轴上下刀，自下而上斜切，切口深度达胚轴粗度的1/2～2/3，长度为0.5 cm左右，切面平滑



3. 将舌形接穗插入砧木切口中，并使之一侧对齐后，从接穗一方用嫁接夹固定

图4-21 靠接

插接适用于西瓜、黄瓜、甜瓜等作物嫁接，尤其适用于胚轴较粗的砧木种类。嫁接适期为接穗子叶全展，心叶刚刚显露，砧木子叶展平，第一片真叶显露至初展时（图4-22）。



1. 用竹签从一侧子叶基部中脉向里一侧子叶下方胚轴内穿刺，到竹签从胚轴另一侧隐约可见时为止，孔深0.4～0.5 cm，暂时不拔下竹签



2. 在距子叶0.5～1 cm处以30°斜切，切口长度为0.4～0.5 cm



3. 拔出竹签，立即将接穗插入砧木孔中。接穗子叶方向与砧木子叶方向呈交叉状

图4-22 插接

劈接适宜嫁接时期为接穗子叶充分展开，真叶显露，砧木第一片真叶显露（图4-23）。



1. 用刀片去除砧木生长点，自上而下劈切，切口横向深度为子叶节处横截面的一半，纵向长1 cm左右



2. 在距接穗子叶下方1～1.5 cm处下刀，削成双向锲面，切面长度为1 cm左右



3. 将接穗插入砧木中，用嫁接夹固定

图4-23 劈接

微信公众号：电子课本大全

嫁接完一批 10 ~ 20 棵后，应及时喷雾保湿。嫁接完成后，盖双层遮阳网遮阴 2 ~ 3 天，第三天开始上单层遮阳网，并在早晚见光，湿度太大时可短时间通风，以后逐渐延长光照，6 ~ 7 天后只在中午遮阴。

阅读

嫁接育苗的原理

嫁接的基本原理是通过嫁接使砧木与接穗形成一个整体。嫁接时，接穗与砧木切口的细胞由于受切伤的刺激，二者的形成层和薄壁细胞组织旺盛分裂，在接口处形成愈伤组织，从而使接穗与砧木长在一起。同时，二者切口处的输导组织相邻的细胞也分化形成同型组织，使上下组织相连并形成一个整体，正常发挥输导组织的生理功能，成为一个新个体。



图 4-24　单子叶切除式智能嫁接机



图 4-25　TGR 全自动智能嫁接机

嫁接机器人

嫁接栽培是克服蔬菜尤其是瓜类蔬菜连茬病害和低温障碍的有效途径，抗病、增产效果显著，广泛用于黄瓜、西瓜、甜瓜、茄子、番茄栽培，但人工嫁接速度慢，效率低、费工费时。嫁接机器人技术是近年在国际上出现的一种集机械、自动控制与园艺技术于一体的高新技术，它可在极短的时间内，把蔬菜苗茎秆直径为几毫米砧木、接穗的切口嫁接为一体，使嫁接速度大幅度提高；同时由于砧木、接穗接合迅速，避免了切口长时间氧化和苗内液体的流失，从而又可大大提高嫁接成活率。操作者只需把砧木和穗木放到相应的供苗台上，其余嫁接作业均由机器人自动完成，这样大大提高了作业效率和嫁接质量，减轻了劳动强度。嫁接机器人为蔬菜、瓜果自动嫁接技术的产业化提供了保障。

小资料

表 4-1　主要蔬菜作物的嫁接方法

蔬菜种类	嫁接方法	砧木种类	嫁接适期
黄瓜	靠接	黑子南瓜、杂种南瓜、多刺黄瓜	砧木、接穗子叶全展至第一片真叶半展
	插接	黑子南瓜、杂种南瓜	砧木子叶展平，第一片真叶半展，接穗子叶全展，第一片真叶显露
	断根插接	杂种南瓜	砧木第一片真叶显露，接穗第一片真叶显露

微信公众号：电子课本大全

（续表）

蔬菜种类	嫁接方法	砧木种类	嫁接适期
甜瓜	靠接	中国南瓜、杂种南瓜、共砧	同黄瓜靠接类似
	插接	中国南瓜、杂种南瓜	同黄瓜插接类似
番茄	靠接	兴津101、KNVF.PFN	砧木3～4片真叶，接穗3片真叶
	插接	兴津101、KNVF.PFN	砧木3叶1心，接穗2叶1心
	劈接	兴津101、KNVF.PFN	砧木、接穗均约5片真叶
茄子	劈接	托鲁巴姆、赤茄、VF茄、黑铁1号	砧木5～6片真叶，接穗4～5片真叶
	靠接	托鲁巴姆、赤茄、VF茄、黑铁1号	砧木、接穗均约2～3片真叶
	插接	托鲁巴姆、赤茄、VF茄、黑铁1号	砧木2～3片真叶，接穗2片真叶

案例分析

嫁接后管理

孙师傅听说黄瓜嫁接后能提高产量，便从农业技术推广站学习了黄瓜嫁接技术。技术人员告诉孙师傅他家的苗已经可以进行嫁接了，孙师傅回家后便带领家人进行黄瓜和黑子南瓜嫁接。



图4-26 黄瓜苗



图4-27 黑籽南瓜苗

孙师傅用刀片从黑子南瓜苗两片子叶之间向下切1 cm的切口，从黄瓜苗胚轴中部切断，在离子叶1 cm处的下端用刀片切成楔形，插入砧木切口处，然后用嫁接夹缚紧固定。嫁接后几天孙师傅发现黄瓜苗嫁接切口处长出了根，黑子南瓜苗也长出了新芽，有些苗萎蔫了，心里非常着急，赶紧到技术推广站去询问。孙师傅一问才恍然大悟，原来自己嫁接后就正常通风，失水太重，夜间也没有盖草苫，幼苗温度太低，所以有些苗开始萎蔫死亡。黄瓜苗嫁接切口处长出了根，黑子南瓜苗长出了新芽是正常现象，但要及时把它们除去，否则会影响嫁接苗的成活。

马上行动

孙师傅用的是哪一种嫁接方法？为什么要及时除去黄瓜苗长出的不定根和黑子南瓜长出的新芽？

微信公众号：电子课本大全

练　习

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

1. 与常规育苗相比，嫁接育苗有哪些优点？哪些蔬菜作物采用嫁接育苗？
2. 仔细观察下图（图 4–28），动手进行仙人掌和仙人球的嫁接实验。

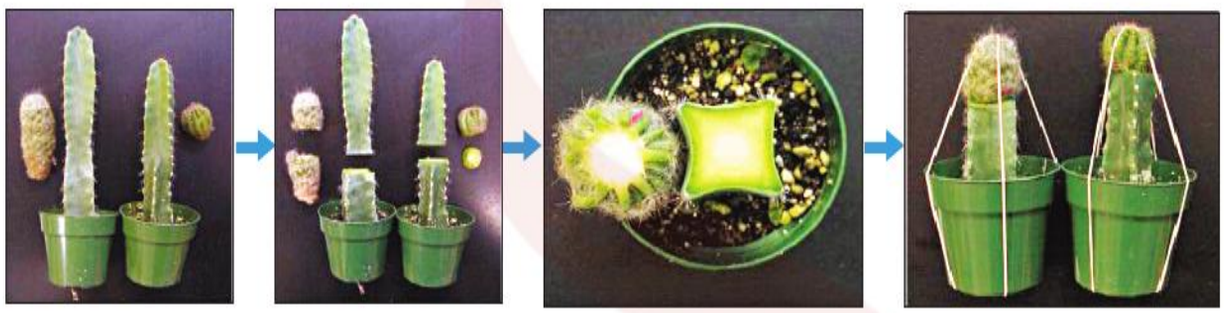


图 4–28　仙人掌和仙人球嫁接过程

3. 请调查当地农业生产中采用嫁接方法育苗的情况，并完成下表。

作　物	砧　木	嫁接方法

微信公众号：电子课本大全

本章小结

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

无土育苗是无土栽培中不可缺少的首要环节。常用的无土育苗技术包括播种育苗、嫁接育苗和组织培养育苗，其中以播种育苗最为常见。

工厂化育苗技术呈现出强劲的发展势头，具有广阔的应用前景。

嫁接育苗可以增强作物的抗逆性，增加产量，改善品质，在无土育苗中发挥了重要作用。常用的嫁接方法主要有靠接、插接和劈接三种。

综合实践

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

利用身边现有的育苗容器和基质，进行一种园艺作物无土育苗的实践活动。

微信公众号：电子课本大全

第四章 学习评价

GENERAL TECHNOLOGY GENERAL TECHNOLOGY

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	

微信公众号：电子课本大全

微信公众号：电子课本大全

凤凰传媒



通用技术
选修4
现代农业技术
专题三　无土栽培

绿色印刷产品

审批号：苏费核（2017年秋季）第0037号　　举报电话：12358

ISBN 978-7-5343-7562-0

定价：5.82元

微信公众号：电子课本大全