



采菊东篱下·休闲好时光——花卉篇



水培花卉 实用技法

SHUIPEI HUAHUI
SHIYONG JIFA
傅玉兰 主编

采菊东篱下 休闲好时光——花卉篇

水培花卉实用技法

傅玉兰 主编

傅玉兰 张志平 李 罡 翟月婷 编著



时代出版传媒股份有限公司
安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

水培花卉实用技法/傅玉兰主编. —合肥:安徽科学技术出版社,2010.7

(采菊东篱下·休闲好时光)

ISBN 978-7-5337-4661-2

I. ①水… II. ①傅… III. ①花卉-水培 IV. ①S68

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 087092 号

水培花卉实用技法

傅玉兰 主编

出版人:黄和平

选题策划:刘三珊

责任编辑:刘三珊

责任印制:梁庆华

装帧设计:冯 劲

出版发行:时代出版传媒股份有限公司 <http://www.press-mart.com>

安徽科学技术出版社 <http://www.ahstp.net>

(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号出版传媒广场,邮编:230071)

电话:(0551)3533330

印 制:合肥晓星印刷有限责任公司

电话:(0551)3358718

(如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂商联系调换)

开本:710×960 1/16

印张:6.5

字数:135 千

版次:2010 年 7 月第 1 版

2010 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5337-4661-2

定价:15.00 元

版权所有,侵权必究

前 言

随着国民经济的发展,人民生活水平普遍提高,广大群众对生活和工作环境的装饰美化产生了新的追求,人们更加向往环境的高雅别致、清爽亮丽、简洁大方,更加追求生活的情趣和品位,而且崇尚人与自然的和谐美。于是,传统的盆栽花卉遇到了新的挑战,水培花卉应运而生。近几年,水培花卉一经在花市上露面,便受到消费者的广泛关注和青睐。

水培花卉是花卉无土栽培的一种特殊形式,是对花卉进行非固体基质型的静止水培。在养殖花卉的水液中含有花卉生长发育所必需的营养元素,以保证水培花卉与土培花卉具有一致的生长特征,不但展叶开花正常,而且叶片更翠茂,花朵更艳美,观赏效果更优于盆栽花卉。

水培花卉之所以能博得众人喝彩,是因为它有许多突出的优点。首先,水培花卉不以土壤为栽培基质,于是避免了土壤带来的种种弊端,给人们一种明净亮丽、优雅悦目的效果,适宜生活及工作环境装饰。其次,水培花卉不但可观赏花、叶,而且可直接观赏花卉根系的姿色及其生长过程,还可花鱼共赏,生机盎然,妙趣横生。水培花卉具有独特的观赏性和装饰性。第三,水培花卉既可单株培养,也可多株组合,高低错落,俯仰呼应,水培形式多样,生动活泼。第四,水培花卉可供人们观察了解花卉生长中对水分及养分吸收消耗的过程,尤其是对中小学生而言,是极好的生物科普教育的活教材。第五,水培花卉管理简单,易于掌握,便于普及。

为了便于大家了解水培花卉,掌握其日常管理的基本要领,为自己也为他人不断创造优雅、温馨的环境氛围,我们对水培花卉的基础知识进行了汇总,以供参考。由于书中的某些内容仍处于探索阶段,编者的实践所限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

本书由江璞、刘雪梅老师绘制插图,在此表示感谢。

傅玉兰

目 录

一、水培花卉概述	1
(一)什么是水培花卉	1
(二)水培花卉的特点	1
(三)水培花卉的器皿	2
(四)适合水培的花卉	4
(五)水培花卉发展历史及市场前景	4
二、水培花卉营养液配制及管理	6
(一)水培花卉营养液的用水	6
(二)水培花卉营养液的成分、配制及其使用方法	6
三、水培花卉的栽培	14
(一)水培花卉的选择	14
(二)土培花卉如何转变为水培花卉	14
(三)组合水培花卉	18
四、水培花卉的养护管理	19
(一)水培初期的管理	19
(二)营养补充	19
(三)换水洗根	20
(四)修剪与摘心	21
(五)抑制藻类孳生	21
(六)温度、光照、湿度等水培环境管理	22
五、观叶类水培花卉	25

花烛(25)	绿宝石喜林芋(36)	紫背万年青(45)
绿萝(26)	春羽(36)	富贵竹(46)
龟背竹(27)	广东万年青(37)	星点木(47)
迷你龟背竹(28)	金皇后万年青(38)	巴西木(48)
白鹤芋(28)	花叶万年青(39)	朱蕉(49)
合果芋(29)	吉祥草(40)	常春藤(50)
花叶芋(31)	文竹(41)	花叶鹅掌柴(52)
海芋(32)	吊兰(41)	冷水花(53)
绿帝王喜林芋(33)	万年青(43)	镜面草(54)
琴叶喜林芋(34)	虎眼万年青(43)	紫鹅绒(55)
红宝石喜林芋(35)	吊竹梅(44)	银叶菊(56)



棕竹(57)

袖珍椰子(58)

变叶木(58)

彩叶草(59)

旱伞草(60)

东瀛珊瑚(61)

花叶竹芋(62)

姬凤梨(63)

马拉巴栗(64)

豆瓣绿(65)

肾蕨(66)

小叶榕(67)

虎耳草(68)

六、观花类水培花卉 70

水仙(70)

朱顶红(71)

大花君子兰(72)

玉簪(73)

风信子(74)

郁金香(75)

蝴蝶兰(76)

美丽兜兰(76)

报春花(77)

仙客来(78)

八仙花(79)

马蹄莲(79)

四季秋海棠(80)

竹节秋海棠(81)

栀子花(82)

扶桑(83)

天竺葵(84)

金莲花(85)

蒲包花(86)

一品红(87)

鹤望兰(88)

七、水培仙人掌及多浆植物 90

景天树(90)

宝石花(91)

莲花掌(91)

长寿花(92)

仙人球(93)

金琥(94)

虎尾兰(94)

条纹十二卷(95)

芦荟(96)

龙舌兰(97)

麒麟掌(98)

一、水培花卉概述

(一)什么是水培花卉

水培花卉属于花卉无土栽培中非固体基质型的静止水培,即以水为介质,将花卉直接栽植在盛水的透明容器中,并施以花卉生长所必需的营养元素,供室内美化、绿化装饰的一种花卉栽培方式。

水培花卉在栽入水溶液之前还需通过生物诱变技术,诱导非水生花卉组织产生类似于水生花卉的组织结构,使其对水环境具有较强的适应性,从而使花卉的根部可以长期浸泡在水中而不会出现烂根现象;并能保持与土栽时一样的生长特征,正常展叶开花;还可以做到花鱼共养,具有看花、观根、赏鱼三位一体的独特效果。

(二)水培花卉的特点

随着人民生活水平的提高,人民群众对室内环境的花卉装饰需求越来越迫切,而且对其品质、品位的要求越来越高。而水培花卉以其独特性,一经推出便受到消费者的青睐。其应用范围已远远超过土栽盆花,是一种具有广阔应用前景的盆花形式。水培花卉的特点,主要表现在以下几方面:

1. 观赏性、装饰性强

由于水培花卉使用的是透明器皿,不但可观赏艳丽花朵、碧绿的叶片,而且能欣赏到下面水液中形态各异的根系,玲珑剔透,别有韵味。还可水中养鱼,上面花艳叶翠,下面鱼儿游动,形成一种立体种植,动静结合,上下呼应,宛若一幅自然水彩画,令人心旷神怡、流连忘返。

用水培花卉装饰居室环境,给人以新奇、优雅感,容易与居室现代装饰取得和谐统一的效果,更能体现现代人对艺术追求的个性化特征。例如,在客厅摆设一盆花鱼共生的水培花卉,能给人一种生机勃勃、赏心悦目的感觉,让人每天充满生活的自信和对未来的向往。又如,在书房的墙隅处,点缀一盆清秀晶莹的水培观叶植物,研读间隙细细观赏,令人精神焕发、心境平和,更利于潜心钻研,淡化世俗名利。

2. 清洁卫生

水培花卉不以土壤为基质,不施传统的有机肥,因此土栽盆花中泥土及污浊带来的烦恼便一扫而光;同时通过土壤和有机肥传播的病毒、细菌、蚊虫等便无生存之地;由于施肥、打药带来的异味及空气污染也自然随之消失。水培花卉更利于创造清新、优雅、赏心悦目的生



活和工作环境,因此水培花卉更适宜进入千家万户,也适合广泛应用于宾馆、酒店、医院、商场等场所。

3. 养护管理简便易行

水培花卉不用浇水,无需施肥,水分和养分全部由水培液供给。只要间隔半个月或1个月换一次水,或者加入几滴营养液便解决了水培花的“吃喝”问题,并能保证其生长发育过程中所需的营养及水分,摒弃了土栽花卉栽培中的培养土配置、换盆、上盆、浇水、施肥等许多繁琐的劳作,从而使“养花”变得轻松化、愉快化、简单化、方便化。因此,水培花卉对于那些爱花而又工作繁忙、无暇顾及“花儿”养护细节的白领阶层,以及经常出差在外的花卉爱好者来说无疑是一种福音。

4. 环保效益突出

居室或办公场所摆置水培花卉,不但能够装饰美化生活、工作环境,带给人们视觉上的享受,而且在水培花卉生长发育过程中,它还具有净化环境、调节室内温度等环保作用,从而利于人们怡情养性、健身强体。例如,常春藤被称为高效空气净化器,在 1 m^3 的空间可净化甲醛 1.48 mg ,净化苯 0.91 mg 。吊兰对室内有毒气体吸收能力极强,可以净化一氧化碳、二氧化碳、甲醛等有毒气体。

5. 形式多样、生动活泼

水培花卉既可以一瓶一株,也可将三五种不同品种的花卉错落有致地合栽于同一器皿之内,形成组合水培花卉艺术品,表现多种植物的自然群落美。还可配插几枝鲜切花,使有根花卉与无根花卉融为一体,自然美与艺术美相结合,尽显妙趣横生、风韵无限。

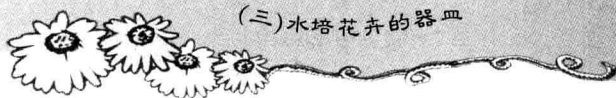
6. 科普教育的好教材

水培花卉通过水培营养液向花卉供应生长发育中需要的水分和养分,因而便于对花卉各个生长发育阶段进行水分和养分的调控,可按照人为意愿控制水培花卉的茎叶生长和开花,享受其中的乐趣。同时,人们还可在养护过程中近距离地观察到新芽诞生、幼叶伸展的过程,以及白嫩的根系在水液中潇洒的姿态,让人们(尤其是儿童)直观地了解花卉生长开花的过程。这比通过书本或教材了解更形象、更具有说服力。据报道,上海市绿化系统已将水培花卉作为“科普下社区”的项目之一进行精心组织和宣传。

(三)水培花卉的器皿

水培花卉的器皿不但具有放置花卉植株的作用,而且器皿本身也是水培花卉不可缺少的观赏内容之一。花卉与器皿及其内的水培营养液甚至游动的鱼儿共同构成水培花卉的观赏整体。因此,对水培花卉器皿的精心选择、艺术性地搭配,对提高水培花卉的整体观赏价值至关重要。

既然水培花卉的器皿这么重要,那么究竟什么样的器皿适合栽植水培花卉呢?水培花卉器皿选择范围比较广,随意性也较强,除了金属容器不宜使用外,凡是无底孔、不漏水的容器



均可选用。但是为了便于观赏花卉的根系发生及生长的过程,以及形态各异的根系,一般宜选用透明的容器。

选择水培花卉的器皿时应注意掌握以下几个原则:

1. 器皿的透明度应较高

为了便于观赏花卉的根系,水培花卉器皿应具有较高的透明度。因此,以无色透明、无印花、无刻花、无气泡的器皿为好。便于人们清晰地观赏花卉根系的自然姿态。

2. 器皿款式与花卉形体姿态相协调

对器皿的大小、高矮、粗细等外观形态的选择,应根据所栽植花卉的株形及根系特征而确定。例如,枝蔓飘垂的水培常春藤,为了突出其枝蔓修长秀雅的风姿,宜选用细而高的器皿;而小巧玲珑的袖珍叶子,宜选用低矮浅底的圆形或方形器皿,可凸显其袖珍之美。

3. 器皿大小与花卉的体量相匹配

对于龟背竹、绿巨人等大型叶片的花卉,由于其地上部分重量较大,宜选用规格较大且厚实稳重的器皿,宜于取得稳定、均衡的效果。对于小型或微型水培花卉,如宝石花、条纹十二卷等,选择小巧轻盈的器皿更适宜。

4. 器皿的形态及大小与环境相协调

选择器皿时,首先应考虑到所栽花卉本身的特征,同时也应使器皿与放置环境取得和谐的效果。一般在诸如客厅这样的宽敞空间内,宜摆设体积大而又稳重的大型器皿,内置与花器相协调的较大型的花卉,显得气势宏伟,令人振奋。而在较狭窄的空间内,如书房,宜选用小巧轻盈的器皿,配以清秀素雅的花卉,可平添几分宁静和雅致。

5. 不宜使用金属器皿

水培花卉离不开营养液,营养液中含有多种无机盐类。若用金属容器盛放营养液,则营养液中的金属离子易与器皿中的金属离子发生化学反应,从而腐蚀金属容器,同时营养液中的元素平衡也会受到破坏。

水培花卉器皿常见有以下几种类型:

1)玻璃器皿 玻璃瓶、茶杯、高脚杯、三角瓶、烧杯、鱼缸等玻璃器皿造型多样、规格齐全,且透明度高、清晰度好,是水培花卉最常用的器皿。同时,近年来市场上出现了一些水培花卉专用玻璃器皿,其设计新颖、造型美观、适用性强,也是观赏效果最佳的水培花卉器皿。

2)废弃的饮料瓶、矿泉水瓶 这类器皿取材容易、经济方便,又能体现环保意识。而且其规格及形态多种多样,通过剪裁还可适当改变造型,宜于巧妙搭配,富有生活气息。此类器皿适用于小型水培花卉。

3)紫砂、陶瓷瓶罐 这类器皿古色古香,线条流畅,外形独特,富有个性美,配上姿色各异且与之相配的花卉更显古朴和典雅。

(四)适合水培的花卉

由于各种花卉的生态习性不同,对水的适应性差异也很大,对水中含氧量的需求也不同。有些花卉其根和茎均有发达的通气组织,还可通过叶柄直接吸收氧气,这类花卉光合作用产生的氧气能够经过通气组织输送到根部,供其呼吸之需;有些花卉茎节部位有气生根,这些气生根暴露在空气中能够吸收氧气;还有些花卉虽然没有特殊的通气组织,也没有气生根,但其性喜湿润,也能适应水培环境。而那些性喜干旱,传统观念认为很难实现在水中生长的旱生花卉,必须经过催根和诱根两个技术处理过程,使其根系的组织结构发生变化,从而逐步适应水环境,达到能在水中正常生长的目的。

一般常见适合水培的花卉主要集中在天南星科、鸭跖草科、景天科、百合科中。如:龟背竹、海芋、喜林芋类、绿萝、小天使、广东万年青、粉黛叶万年青、紫背万年青、银皇后、金皇后、合果芋、紫叶鸭跖草、吊竹梅、芦荟、吊兰、虎尾兰、朱蕉、富贵竹、金边富贵竹、龙舌兰、宝石花、莲花掌、旱伞草、彩叶草、凤梨、红掌、郁金香、风信子、常春藤、袖珍椰子,等等。

(五)水培花卉发展历史及市场前景

水培花卉属于花卉无土栽培的一种类型——非固体介质型的静止水培,是继20世纪60年代世界农业的“绿色革命”之后,兴起的一场新的“种植革命”。

水培植物在我国有着悠久的历史,早在1700年前西晋嵇含的《南方草木状》中就有水培的记载,其中写道:“南人编苇为筏,作小孔浮于水上,种子于中,则如平根浮水面,及长,茎叶皆出于苇筏孔中,随水上下,南方之奇蔬也。”又如唐代段公路的《北户录·卷二》讲到雍菜时写道:“土人织苇牌,长丈余,阔三四尺。植于水上。其根如萍,寄水上下,可和畦卖也。”以上所提及的水培植物,是我国古代劳动人民在生活实践中为适应所处环境条件,创造出来的一种原始的水培植物的方式。

近代无土栽培始于19世纪,德国科学家萨克斯发表了第一个标准营养液配方,并用其栽培植物。20世纪20年代,美国植物生理学教授格里克用自配的营养液种植番茄,取得了成功,在美国和加拿大引起轰动。20世纪40年代,近代无土栽培技术传入中国,当时由俞诚如和陈怀圃编著的《无土种植浅说》出版。20世纪70年代,国内逐渐开展水培技术的研究与应用。最初由山东农业大学开展作物的营养液水培育苗工作,后由作物水培转向花卉水培的研究。1975年开始,北京、山东、南京、沈阳等地大专院校及农业科研单位开始从事水培试验、研究及生产工作。1985年,华南农业大学根据南方亚热带气候特点,研制出水泥结构深液流水培装置,以及蔗渣等基质的袋培、槽培、营养液滴灌种植系统。并由1987年开始,这项技术在广东、山东、上海、广西、福建、四川、海南等地推广。1994~1996年中国水稻研究所相继对水稻水上栽培研究成功之后,又研究了水上种花和室内花卉水培,并实现了花鱼共养,发明了可



供花草营养又对金鱼无害的水培花卉颗粒肥料。1996年以后,我国水培花卉的实验研究报道及其市场所占份额逐年增多。目前已取得水培成功的花卉,主要集中在天南星科、景天科、鸭跖草科、百合科、棕榈科、五加科、桑科、胡椒科、大戟科、莎草科、竹芋科等。随着水培花卉的发展,相应的器皿和养护工具也得到了开发应用。如出现了水培定植钵、定植篮、水位计、水标等。

水培花卉由于其格调高雅、清洁环保,便于组合和养护,并可花鱼共养,加之价格适中,一经上市便受到广大消费者的欢迎。而且,水培花卉特别迎合城市里那些既爱花,又无暇照料花卉的上班族。水培花卉作为一种集多种功能于一体的新兴高科技专利产品,已在北京、上海、广州、深圳等城市悄悄走进了普通百姓家。据调查,为了适应不同消费者的需求,可供选择的花卉种类、器皿也很多,价位也针对工薪阶层比较适中。目前我国已培育成功观叶类、观花类、仙人掌类等8个系列400多个种或品种的水培花卉,价格从40元到300元不等。据业内人士透露,生产水培花卉的平均利润可以达到40%左右,而经营者平均利润为20%左右,可见其经济效益还是很可观的。

水培花卉用水量仅为土培花卉的1/50左右,因此发展水培花卉符合节水的原则,不仅有很好的经济效益,而且社会效益和生态效益也很明显。水培花卉清洁卫生、无病虫害,容易通过出口检疫,有利于增强我国花卉业在国际市场的竞争力。水培花卉的兴起和发展,还可带动玻璃器皿、陶瓷器皿、植物营养液等生产,并促进各种小规格观叶植物的销售。可以预测,随着人们环保意识的增强,作为环保型的水培花卉不仅符合市场的需求,同时也符合世界花卉业发展的趋势。因此,水培花卉的市场值得关注和培育。

二、水培花卉营养液配制及管理

(一)水培花卉营养液的用水

水培花卉一般为静止水栽培,属于严重的根系缺氧栽培类型。由于营养液中溶解氧随着含盐浓度的增加而降低,为了保证水培花卉正常生长,必须使用 $EC \leq 0.6 \text{ mS/cm}$ 的低电导率的营养液,否则易引发根腐病。水培花卉营养液含盐总浓度是施入的无机盐及水源中自身的含盐量的总和。其中施入的无机盐浓度是易于人为控制的,而使用的水源成分存在着不稳定性,则成为影响水培营养液含盐浓度的关键因素。因此,电导率高的水源不适宜配制水培花卉营养液。配制营养液的水源应采用软水,一般 $EC \leq 0.5 \text{ mS/cm}$ 的水源为适宜。据此推算,配制营养液的水源中的主要元素的浓度应低于 300 mg/L 。此外,还应考虑配制营养液水源的酸碱度,以 $pH 5.5 \sim 6.5$ 为适宜。

根据上述水培营养液水源的基本要求,纯净水是最理想的水源,其清澈透明,没有污染,且无机营养元素稳定,既有利于水培花卉的生长,又便于清晰观赏水培花卉根系发生与生长的过程。不但而且方便、易行,又利于提高观赏效果。

其次,中性至微酸性的自来水也可用做水培营养液的水源。自来水经过过滤、消毒之后,杂质、病菌、寄生虫较少,是水培花卉营养液较适宜的水源。只是为了避免自来水中过量的氯气对花卉根系造成伤害,在使用之前应将其在桶内或池中放置2~3天,待氯气彻底挥发后再使用更为安全。

不论是以纯净水做水源还是用自来水做水源,使用之前的溶解氧均应接近饱和状态。河水、湖水、塘水及井水,由于存在着不同程度的污染,且富营养严重,不宜直接用做水培花卉营养液水源。如果受条件限制,非用河水或湖水做营养液水源不可的话,则需要经过处理,达到符合饮用水的卫生标准之后方可使用。

水培花卉的用水不宜太深,一般将花卉根系下部 $2/3$ 左右浸在水培液中,使根系上部 $1/3$ 左右露于水面之上,以利呼吸。

如果水培花卉与鱼同养,则更需经常换水,同时必须降低营养液的浓度。

(二)水培花卉营养液的成分、配制及其使用方法

1. 营养液成分

水培花卉营养液是由植物生长发育所需要的各种矿物质营养元素组成,其中大量元素



10种:氮、钾、磷、镁、硫、钙、铁、碳、氢、氧(后3种由空气中获得);微量元素5种:锰、锌、铜、钼、硼。而矿物质营养元素又是通过各类无机盐提供的。配制水培营养液的常用无机化合物如下:

大量元素无机化合物:

1)硝酸钙 $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ 白色结晶,易溶于水,吸湿性强,一般含氮13%~15%,含钙25%~27%,为碱性肥。是配制营养液很好的氮源和钙源肥料。

2)硝酸钾 (KNO_3) 又称火硝,白色结晶,易溶于水,不易吸湿,一般含硝态氮13%,含氧化钾46%。为优良的氮钾肥。但遇火爆炸,使用时应注意安全。

3)硝酸铵 (NH_4NO_3) 白色结晶,含氮34%~35%,吸湿性强,易潮解,溶解度大,应注意密封保存。因含铵态氮比例大,故不作为配制营养液的主要氮源。具助燃性和爆炸性。

4)硫酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ 为标准的氮素化肥,含氮20%~21%,白色结晶,吸湿性小。因是铵态氮肥,用量不宜大。

5)磷酸二氢铵 $(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)$ 白色结晶,在空气中稳定,易溶于水。

6)磷酸二氢钾 (KH_2PO_4) 无色或白色结晶粉末。含五氧化二磷22.8%,含氧化钾28.6%,吸湿性小,易溶于水,呈微酸性。是优良的磷钾复合肥。

7)氯化钾 (KCl) 白色粉末状,含有效钾50%~60%,含氯47%,易溶于水,为生理酸性肥,是钾源之一。

8)硫酸钾 (K_2SO_4) 白色粉末状,含氧化钾50%~52%,易溶于水,吸湿性小,为生理酸性肥,是良好的钾源。

9)硫酸镁 $(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ 白色针状结晶,易溶于水,含镁9.86%,含硫13.01%。为良好的镁源。

10)过磷酸钙 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ 灰色颗粒或粉末,为水溶性磷肥,其副成分为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,含五氧化二磷12%~18%,含钙19%~22%,含硫10%~12%。具吸湿性。

11)尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 白色结晶,吸湿性强,易溶于水。含氮46%,为高效氮源。

12)磷酸 (H_3PO_4) 水培营养液中磷的来源,且可用以调节营养液的pH。

微量元素无机化合物:

1)硫酸亚铁 $(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ 又称黑矾,蓝绿色结晶,含铁19%~20%,含硫11.53%。其性质不稳定,易变色。

2)硫酸锰 $(\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ 粉红色结晶,含锰23.5%,是锰素的来源。

3)硫酸锌 $(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ 无色或白色结晶或粉末状,含锌23%,是重要的锌源。

4)硼酸 (H_3BO_3) 白色结晶,含硼17.5%,易溶于水。在酸性条件下,可提高硼的有效性。为重要的硼源。

5)钼酸铵 $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ 白色或淡黄色结晶,含钼54.23%,易溶于水,植物需要量极微。

6)硫酸铜 $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ 蓝色结晶,呈颗粒或粉末状,易溶于水。含铜25.45%,含硫12.48%。营养液中一般含量很低,浓度为0.005~0.012 mg/L。

2. 营养液配方

当前,世界上已发表的无土栽培营养液配方有多种,其中以美国植物营养学家霍格兰(Hoagland)研究的营养液配方最为有名,已被世界各国广泛采用。其他许多营养液配方多为参照霍格兰配方调整演变而来的。日本研制的园试配方的均衡营养液也被广泛应用。下面介绍几种营养液常用配方(表1至表5),供参考。

表1 几种常用营养液大量元素配方(mmol/L)

		营养液配方名称及适用对象			
营养物质		克诺普(1865) 古典通用水培 创始配方之一	霍格兰和施奈德 (1938)通用	霍格兰和阿农 (1938)通用	日本园试配方 (堀 1966)通用
化合物 浓度	四水硝酸钙	4.9	5.0	4.0	4.0
	硝酸钾	2.0	5.0	6.0	8.0
	磷酸二氢钾	1.5	1.0		
	磷酸二氢铵			1.0	1.3
	七水硫酸镁	0.8	2.8	2.0	2.0
	盐类总计(g/L)	1750	2315	2160	2400
元素 浓度	氮 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$			1.0	1.33
	$\text{NO}_3^- - \text{N}$	11.7	15.0	14.0	16.0
	磷	1.47	1.0	1.0	1.33
	钾	3.43	6.0	6.0	8.0
	钙	4.88	5.0	4.0	4.0
	镁	0.82	2.0	2.0	2.0
	硫	0.82	2.0	2.0	2.0
备注		当代仍有用	世界著名配方, 1/2 计量较妥	世界著名配方	日本著名配方, 用 1/2 计量较妥

表2 营养液微量元素用量(各配方通用)($\mu\text{mol/L}$)

化合物名称	化合物(元素)浓度
乙二胺四乙酸二钠铁[$\text{Na}_2\text{Fe} - \text{EDTA}$ (含 Fe14.0%)]*	51.3~102.5**
硼酸(H_3BO_3)	46.3
硫酸锰($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	9.5
硫酸锌($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.8
硫酸铜($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	0.3
钼酸铵[$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$]	0.02

* 如购不到螯合铁 $\text{Na}_2\text{Fe} - \text{EDTA}$,可用 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和 Na_2EDTA 两种物质自制代替。

自制方法:将预先配制好的 0.1 mol/L 硫酸亚铁溶液和 0.1 mol/L 的 Na_2EDTA 溶液等体积混合,即得 0.05 mol/L $\text{EDTA} - \text{Fe}$ 的贮备液。

** 易出现缺铁症的作物选用高浓度。

而在生产中被广泛应用的营养液配方还有:道格拉斯的孟加拉营养液配方、波斯特的加利福尼亚营养液配方(表 3、表 4)。

表 3 道格拉斯的孟加拉营养液配方

肥料名称	化学式	两种配方用量(g/L)	
		1	2
硝酸钠	NaNO ₃	0.52	1.74
硫酸铵	(NH ₄) ₂ SO ₄	0.16	0.12
过磷酸钙	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O	0.43	0.93
碳酸钾	K ₂ CO ₃		0.16
硫酸钾	K ₂ SO ₄	0.21	
硫酸镁	MgSO ₄	0.25	0.53

表 4 波斯特的加利福尼亚营养液配方

肥料名称	化学式	用量(g/L)
硝酸钙	Ca(NO ₃) ₂	0.74
硝酸钾	KNO ₃	0.48
磷酸二氢钾	KH ₂ PO ₄	0.12
硫酸镁	MgSO ₄	0.37

注:以上表 3、表 4 的营养液配方中,微量元素按常量添加

表 5 月季、茶花、君子兰等观花花卉营养液配方

成分	化学式	用量(g/L)	成分	化学式	用量(g/L)
硝酸钾	KNO ₃	0.6	硫酸亚铁	FeSO ₄	0.015
硝酸钙	Ca(NO ₃) ₂	0.1	硼酸	H ₃ BO ₃	0.006
硫酸镁	MgSO ₄	0.6	硫酸铜	CuSO ₄	0.0002
硫酸钾	K ₂ SO ₄	0.2	硫酸锰	MnSO ₄	0.004
磷酸二氢铵	NH ₄ H ₂ PO ₄	0.4	硫酸锌	ZnSO ₄	0.001
磷酸二氢钾	KH ₂ PO ₄	0.2	钼酸铵	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	0.005
乙二胺四乙酸二钠	Na ₂ EDTA	0.1			

表 6 观叶植物营养液配方

成分	化学式	用量(g/L)	成分	化学式	用量(g/L)
硝酸钾	KNO ₃	0.505	硼酸	H ₃ BO ₃	0.00124
硝酸铵	NH ₄ NO ₃	0.08	硫酸锰	MnSO ₄ · 4H ₂ O	0.00223
磷酸二氢钾	KH ₂ PO ₄	0.136	硫酸锌	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	0.000864
硫酸镁	MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.246	硫酸铜	CuSO ₄ · 5H ₂ O	0.000125
氯化钙	CaCl ₂	0.333	钼酸	H ₂ MoO ₄ · 4H ₂ O	0.000117
EDTA 二钠铁	Na ₂ FeEDTA	0.024			

表7 金橘等观果类营养液配方

成分	化学式	用量(g/L)	成分	化学式	用量(g/L)
硝酸钾	KNO_3	0.70	硫酸铜	CuSO_4	0.0006
硝酸钙	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0.70	硼酸	H_3BO_3	0.0006
过磷酸钙	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.80	硫酸锰	MnSO_4	0.0006
硫酸镁	MgSO_4	0.28	硫酸锌	ZnSO_4	0.0006
硫酸亚铁	FeSO_4	0.12	钼酸铵	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.0006
硫酸铵	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0.22			

3. 营养液的配制原则

水培花卉栽培者,如果有条件,也可以尝试着自己配制营养液,但必须严格遵守以下原则:

(1)合格的营养液不应产生沉淀,因此配制营养液的各种无机盐必须是易溶于水,且易被植物吸收利用的。

(2)配制营养液的无机盐浓度宜低不宜高,一般控制在千分之四以内。

(3)任何一种营养液配方都必然潜伏着产生难溶性沉淀物质的可能性,配制时应运用难溶性电解质溶度积法则来配制,以免发生沉淀。

(4)对微量元素要严格控制,因为若在营养液中微量元素使用不当,即使只有很少剂量,也会引起危害。

(5)水源清洁,不含杂质。

(6)营养液是缓冲液,要经常测定和保持适宜的pH。适宜的pH是根据花卉对营养液酸碱度适应性不同而确定的。

4. 营养液的配制

生产上配制营养液一般分为浓缩贮备液(母液)和工作营养液两种。首先将大量元素配制100~200倍的浓缩贮备液,使用时再按照配方要求加以稀释。浓缩贮备液又分为A、B两种母液,A母液以钙盐为中心,凡不与钙作用而产生沉淀的盐均可溶在一起;B母液以磷酸盐为中心,凡不会与磷酸根形成沉淀的盐均可溶在一起。铁盐则需单独贮备,由铁和微量元素合在一起配制成C母液,由于微量元素的用量少,因此其浓缩倍数可以提高,可配成1 000~3 000倍液。

配制工作营养液时,先在大贮液罐内加水,水量为要配制的营养液体积的40%,将母液A应该加入的量加入其中,开动电泵使其流动,扩散均匀;然后将母液B应加入的量慢慢加入其中,再将C液加入其中;最后加足水量,再使其流动一段时间,使其混合均匀。

只要各种无机肥料加入次序正确,一般不会发生沉淀。霍格兰营养液各种肥料加入的顺序为:①磷酸二氢钾 ②硝酸钾 ③硝酸钙 ④硫酸镁 ⑤不含铁的微量元素 ⑥EDTA二钠盐 ⑦调节氢离子浓度。

不同种类的花卉,对水培营养液酸碱度适应范围不同,如表8所示。

表 8 常见花卉营养液 pH

花卉名称	pH	花卉名称	pH
百合	5.5	郁金香	6.5
鸢尾	6.0	天竺葵	6.5
金盏菊	6.0	蒲包花	6.5
紫罗兰	6.0	紫菀	6.5
水仙	6.0	虞美人	6.5
秋海棠	6.0	樱草	6.5
倒挂金钟	6.0	大丽花	6.5
月季	6.5	菊花	6.8
仙客来	6.5	香豌豆	6.8
耬斗菜	6.5	香石竹	6.8
唐菖蒲	6.5	风信子	7.0

水培营养液配制的最后环节是调节营养液氢离子浓度(pH),使之适应花卉的习性。当营养液的pH偏高或偏低,与水培花卉所适应的范围不符时,应进行调整校正。多数情况下pH偏高,需加酸使氢离子浓度增加(pH下降),常用的酸有盐酸、醋酸或醋精、柠檬酸。当pH偏低时,需加碱使氢离子浓度降低(pH升高),常用的碱是氢氧化钠。所使用的酸或碱的浓度为1 mol/L。据报道,若在营养液中放入适当大小的铝条或铝块,对喜酸性花卉的生长更有利。

调整营养液pH应注意加酸时要徐徐加入,酸液不可溅出,并应边调整边测定。同时,应注意调整pH时不可使营养液体积变化过大,一般控制在0.5%~1%。

5. 营养液的使用与管理

1) 营养液浓度宜低不宜高 水培花卉营养液浓度不可过高,一般只要大量元素的浓度不低于微摩/升($\mu\text{mol/L}$)的水平,浓度低一些更有利于花卉的生长。不同种类的花卉对营养液中营养元素的总浓度适应性不同。一般营养液盐分不能超过0.4%,对绝大多数花卉而言,营养液盐分为0.2%左右比较合适。某些常见花卉所需营养液盐分总量如表9所示。

表 9 常见花卉所需的营养液盐分总量

花卉名称	盐分总量(g/L)
杜鹃花、秋海棠、仙人掌、蕨类植物、胡椒科植物	1
仙客来、小苍兰、非洲菊、风信子、鸢尾、百合、水仙、蔷薇、郁金香	1.5
彩叶芋、马蹄莲、龟背竹、大丽花、香豌豆、昙花、唐菖蒲	2
文竹、红叶甜菜、香石竹、天竺葵、一品红	2~3
天门冬、菊花、茉莉、荷花、千屈菜、绣球花	3