



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109479692 A

(43)申请公布日 2019.03.19

(21)申请号 201811598585.6

(22)申请日 2018.12.26

(71)申请人 赣南师范大学

地址 341000 江西省赣州市蓉江新区师院
南路

(72)发明人 周高峰 姚锋先 刘桂东 王小丽
管冠

(74)专利代理机构 北京国谦专利代理事务所
(普通合伙) 11752

代理人 王亚男

(51)Int.Cl.

A01G 31/00(2018.01)

A01C 1/00(2006.01)

A01C 1/08(2006.01)

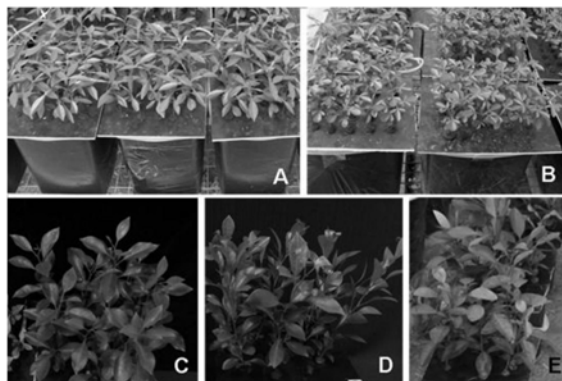
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种适宜于实验室条件下的柑橘实生幼苗
水培的装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种适宜于实验室条件下的柑橘实生幼苗水培的装置及方法,提供一种能够在实验室条件下快速培育柑橘实生幼苗,能精确控制培养条件和方便试验观察及测定的水培装置及方法。本发明所述水培装置由水培槽、定植板和通气系统构成。所述水培方法为:采集优质柑橘种子进行5%次氯酸钠和70%乙醇联合消毒,然后在温度30℃、空气湿度70-80%的黑暗条件催芽。选择萌发一致的种子播种并培养1月,然后选取生长一致的幼苗定植于装有改良的Hoagland和Aron营养液的水培槽中培养。本发明能代替土壤进行快速的柑橘实生幼苗培育,同时可通过精确控制培养条件进行科学试验,且方便进行试验测定和数据采集。本发明水培装置结构简单、成本较低,具有方便使用等特点。



1. 一种适宜于实验室条件下的柑橘实生幼苗水培的装置,其特征在于,本发明所述装置包括水培槽、定植板和通气系统。

2. 根据权利要求1所述的一种适宜于实验室条件下的柑橘实生幼苗水培的装置,其特征在于,所述定植板所使用材料为0.5毫米双面黑色KT板,定植板设计如图1A所示,定植板规格为30厘米×25厘米,每板8孔,排列方式如图1所示。

3. 根据权利要求1所述的一种适宜于实验室条件下的柑橘实生幼苗水培的装置,其特征在于,所述通气系统含电源、微电脑定时开关、气泵、通气管、气石头构成。

4. 根据权利要求3所述的通气管直径为3.8毫米,所述气泵功率为58瓦/220伏,50升/分钟,微电脑定时开关定时为15分钟/3小时,所述电源的电力输出为200伏/50赫兹。

5. 应用权利要求1所述一种适宜枳及其它柑橘实生幼苗培育的水培装置的水培方法,其特征在于,所述水培方法包括以下步骤:

(a) 柑橘种子的采集和贮藏:每年秋季采集母树上成熟,无病虫害的柑橘果实,取出种子,并合理保存;

(b) 柑橘实生种子的催芽:采用5%次氯酸钠和70%乙醇联合消毒,然后催芽;

(c) 柑橘实生萌发种子的播种和苗期管理:发芽后的种子,播种到已灭菌的基质中培养,直到达到实验要求;

(d) 营养液的配制:本发明以Hoagland和Aron营养液配方为主要依据并做适当的修改,改良后的营养液养分配方为:6mM KNO_3 , 4mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 1mM $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 2mM MgSO_4 , 9 μM MnCl_2 , 0.8 μM ZnSO_4 , 0.3 μM CuSO_4 , 0.01 μM H_2MoO_4 and 50 μM EDTA-Fe;

(e) 水培装置的安装:本发明的水培装置由水培槽(含定植板)和通气系统组成,其中通气系统由电源、定时开关、气泵和通气管(带气石)构成;

(f) 定植与水培苗管理:选取生长一致(株高一致,叶片5-6片)的幼苗,进行水培培养,并定时通气和定期更换营养液。

6. 根据权利要求5所述的水培方法,其特征在于,所述步骤(a)中,贮藏的种子含水量控制在30-40%之间,贮藏过程中每隔1月将种子取出晾晒,防止霉变。

7. 根据权利要求5所述的水培方法,其特征在于,所述步骤(b)中,取出冷库或冰箱贮藏的种子后,用35-40℃温水浸泡1小时,再浸冷水过夜,再进行消毒。消毒时间为:5%次氯酸钠浸泡15min,每隔4-5min搅拌一次;用70%乙醇洗3次每次30s,催芽参数为:温度30℃,光照0(黑暗条件)空气湿度70-80%,保持种子湿润。

8. 根据权利要求5所述的水培方法,其特征在于,所述步骤(c)中,所述基质的覆盖厚度为2厘米,所述薄膜选择透光性好、留有气孔的地膜,所述基质的消毒过程为:将基质装入到灭菌袋中,放入高压灭菌锅121℃高温消毒,时间为15分钟,灭菌后的基质用无菌水浸透混匀后。

9. 根据权利要求5所述的水培方法,其特征在于,所述步骤(d)中,当营养液的pH值大于7.5或者小于5.5时要使用0.5摩尔的 H_2SO_4 或1摩尔的 NaOH 调节到6.0-6.5,根据柑橘生长的情况,在植株生长旺盛期每3天更换一次营养液,通气时间为每3小时通气15分钟为宜。

10. 根据权利要求5所述的水培方法,其特征在于,所述步骤(f)中,其生长参数设定为:昼夜温差和时间交替为14/10小时,28/22℃,75%的相对湿度和800 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的光照强度每隔20分钟换气2分钟。

一种适宜于实验室条件下的柑橘实生幼苗水培的装置及方法

技术领域

本发明属于农业技术领域,涉及一种柑橘实生幼苗水培的装置及方法。

背景技术

柑橘是世界第一大水果,栽培地域广泛。柑橘通常采用嫁接繁殖,实生的优劣直接影响柑橘的生长发育以及产量与品质,而实生则必须实生繁殖。其中枳 [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf.] 是全世界范围内最重要也是最常用的柑橘实生。近年来,以枳为材料进行的科学研究越来越多,其也被称为柑橘里的“拟南芥”。通过水培方式进行植物根系和矿质营养研究是非常重要的手段。水培是指在没有土壤的情况下,在水和营养物的液体溶液中栽培植物。但是目前可用的水培方法通常只适合也草本植物,而不适合柑橘实生等木本植物。另外,柑橘实生通常需要菌根共生才能正常生长,因此建立一种适合于柑橘实生幼苗快速生长的水培装置及方法成为柑橘根系与矿质营养研究的一个瓶颈。发明人从2008年开始逐步探索建立适宜于柑橘实生幼苗的水培方法,历经十年目前已经建立了一种适宜于柑橘实生幼苗的水培方法并在此基础上开展了一系列科学研究。

发明内容

本发明的目的是提供一种适宜于实验室条件下的柑橘实生幼苗培育的水培方法,该方法从种子萌发到柑橘实生幼苗的生长,更容易控制和操作,因素单一且可空性强,适合实验的进行,提高了实验数据的准确性。

本发明的目的是通过以下措施实现的:

一种适宜于实验的柑橘实生幼苗培育的水培方法,包括以下步骤:

步骤一、柑橘种子的采集和贮藏。每年秋季采集母树上成熟,无病虫的柑橘果实,取出种子,并合理保存。

步骤二、柑橘实生种子的催芽。采用5%次氯酸钠和70%乙醇联合消毒,然后催芽。

步骤三、柑橘实生萌发种子的播种和苗期管理。发芽后的种子,播种到已灭菌的基质中培养,直到达到实验要求。

步骤四、营养液的配制。采用改良的Hoagland和Aron营养液配方配制,并安全存放。

步骤五、水培装置的安装。本发明的水培装置由水培槽(含定植板)和通气系统组成。其中通气系统由电源、定时开关、气泵和导气管(带气石)构成。

步骤六、定植与水培苗管理。选取生长一致(株高一致,叶片5-6片)的幼苗,进行水培培养,并定时通气和定期更换营养液。

优选的是,所述的柑橘实生幼苗水培方法中,种子用5%次氯酸钠和70%乙醇联合消毒的时间分别为90秒和15分钟。

优选的是,所述的柑橘实生幼苗水培方法中,水培槽的材料为PE塑料,颜色选择黑色,规格为25厘米×20厘米×30厘米。

优选的是,所述的柑橘实生幼苗水培方法中,定植板所使用材料为0.5毫米双面黑色KT

板,定植板设计如图1A所示,定植板规格为30厘米×25厘米,每板8孔,排列方式如图1所示。

优选的是,所述的柑橘实生幼苗水培方法中,所述的营养液为1/2Hoagland 和Aron营养液。

优选的是,所述的柑橘实生幼苗水培方法中,所述的营养液通气时间为每3 小时,每15升营养液通气时间为15分钟,气泵的产气量为50升/分钟,泵压为 0.028兆帕。通气系统如图1B所示进行设计。

优选的是,所述的柑橘实生幼苗水培方法中,定期更换营养液的时间为生长初期5天每次,后期(生长旺盛期)3天每次。

[0018] 优选的是,所述的柑橘实生幼苗水培方法中,植物材料的生长参数设定为:昼夜温差和时间交替为14/10小时,28/22℃,75%的相对湿度和 $800\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的光照强度每隔20分钟换气2分钟;

本发明至少包括以下有益效果:

本发明采用5%次氯酸钠和70%乙醇联合的方法进行柑橘种子的消毒,然后进行后续步骤,能够有效的去除种子中的有害虫卵和细菌,提高了种子发芽的整齐度和进一步营养液培养中被污染的可能。

本发明为柑橘实生幼苗的生长发育提供了一致的生长参数,生长状态良好,因此得到的柑橘实生幼苗一致性好,为后期的科研实验的精确研究做好良好的准备。

本发明的使用范围广,能够在不更改所有参数的条件下,适宜包括枳在内的各种柑橘实生的水培培养,如红桔、枳橙、香橙等。

附图说明

图1是柑橘实生幼苗水培装置定植板示意图(A)和水培通气系统示意图(B);

图2是柑橘实生幼苗水培流程图;

图3是不同种柑橘实生幼苗水培效果图(A)香橙、(B)枳橙、(C)红桔、(D)印度酸橘和(E)柚;

图4是枳不同矿质营养缺乏后叶片症状图(A)缺硼、(B)缺铁、(C)缺镁和(D)对照。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施方式对本发明进行详细说明,以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

应当理解,本文所使用的诸如“具有”,“包含”以及“包括”术语并不配出一个或多个其它元件或其组合的存在或添加。

本发明提供一种适宜于实验的柑橘实生幼苗培育的水培方法,流程图如附图2所示,包括如下步骤:

步骤一、柑橘种子的采集和贮藏。采集母树上成熟,无病虫的柑橘果实,取出种子后立即用清水洗净,去除果汁和其他胶状物,阴凉处晾干后贮藏。优选的是,种子含水量控制在30-40%之间,冷库或冰箱中4℃保存,挂牌标明品种,产地和贮藏日期,每隔一月将种子取出晾晒,防止霉变。

步骤二、柑橘实生种子的催芽。选择籽粒饱满、无霉变、无缺损的种子,用蒸馏水洗净,

去除泥沙和漂浮的种子并浸泡30分钟(若贮藏时间较长的种子可选择用35-40℃温水浸泡1小时,再浸冷水过夜);倒去蒸馏水,用5%次氯酸钠浸泡15分钟,每隔4-5分钟搅拌一次;倒去次氯酸钠,用70%乙醇洗3次每次30秒;倒去乙醇,用无菌水洗3次;将处理好的种子均匀摆放到铺有纱布的催芽盘中,纱布要灭菌并用无菌水充分浸湿;将催芽盘置于恒温培养箱中,设置参数如下:温度30℃,光照0(黑暗条件)空气湿度70-80%,催芽前要对培养箱进行清洗和灭菌;每日加灭菌水保持湿润,(灭菌水要提前放入培养箱中预热)并随时清除发霉、变色、失去活力的种子。

步骤三、柑橘实生萌发种子的播种和苗期管理方法,方法如下:以枳种子为例,一般在催芽后一周就会有种植露白,10天至15天是种子的集中萌发时间,将期间萌发的种子作为播种的种子,之前和之后萌发的都弃去,这样获得的种苗具有相对较好的一致性;幼苗培养基质准备,一般选着性价比较好的蛭石,也可以选着其他,其原则是,基质不会对幼苗根系有附着,以免在移苗时不易清洗干净,而污染营养液;基质的灭菌,将基质装入到灭菌袋中,高压灭菌锅121℃,15分钟;育苗容器的选择,具有一定的深度的盆子,柑橘实生为深根系,切忌用浅盆;装盆,灭好的基质用无菌水浸透混匀后,转盘,切勿太满;播种密度要适当,切勿太密,否者移栽是容易伤到根系,在水培时容易感染根腐病;如下盆,播种10-15棵;播种时切记萌“芽”向下(先萌发的是胚根);最后加以成覆盖一层基质,厚度约2厘米。浇透水;播种完毕后,将盆(钵)覆盖一层薄膜,薄膜的选择透为光性好的地膜,留有气孔,起到保温保湿的作用;当幼苗长到两片真叶是就揭去薄膜,并进行常规的日常管理。

步骤四、营养液的配制。本发明以Hoagland和Aron营养液配方为主要依据并做适当的修改。营养液养分配方为:6mM KNO_3 , 4mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 1mM $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 2mM MgSO_4 , 9 μM MnCl_2 , 0.8 μM ZnSO_4 , 0.3 μM CuSO_4 , 0.01 μM H_2MoO_4 and 50 μM EDTA-Fe 。柑橘适宜的土壤pH值是6.0-6.5,低于5.5和高于7.5都会对矿质元素的吸收产生不利影响。本发明pH值的调节可以使用0.5摩尔的 H_2SO_4 和1摩尔的 NaOH 。所有配制好的贮备液(母液)和工作液都要保存在不透光的容器中,以免失效和滋生藻类(做缺硼实验则要贮藏在塑料容器中,以免硼污染)。另外配制营养液的剂量,要根据柑橘实生幼苗生长期决定:预培养时期1/4剂量,正常后改为1/2剂量。

步骤五、水培装置的安装。本发明的水培装置由水培槽(含定植板)和通气系统组成。其中通气系统由电源、定时开关、气泵和导气管(带气石)构成。

步骤六、定植与水培苗管理。选取生长一致(株高一致,叶片5-7片)的幼苗,将根部清洗干净后转移到水培环境中,转移的过程中要特别注意不要伤根,以免引起根部疾病;定植板选用双面黑色厚0.5cm的KT板,容器内预先放入配置好的营养液然后把育好的柑橘幼苗在茎基部裹海绵条后塞入定植板的孔中;实验在光照培养箱中进行,其生长参数设定为:昼夜温差和时间交替为14/10小时,28/22℃,75%的相对湿度和800 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的光照强度每隔20分钟换气2分钟;前期生长在基质中的柑橘幼苗,转入水培后,要经过一段时间的适应性生长,才能完全适应水培环境。一般来说经过2-3周的预培养,直到有新根长出,才能进行实验处理,否则对实验结果会产生很大的影响;通气量由营养液的体积和定植植株的数量来决定,以5升水培容器为例通气时间为每3小时通气15分钟为宜;本发明每隔3天测定一次营养的pH值,当pH值大于7.5或者小于5.5时要使用0.5摩尔的 H_2SO_4 或1摩尔的 NaOH 调节到6.0-6.5;根据柑橘生长的情况,幼苗生长缓慢期,可以每5天更换一次;而在植株生长旺盛

期则要每3天更换一次。

本发明所建立的柑橘实生幼苗水培装置及方法,经过验证效果显著。现将本发明的实施实例详细描述如下:

实施例1

一种适宜枳及其它柑橘实生幼苗培育的水培方法,包括如下步骤:

选择籽粒饱满、无霉变、无缺损的枳、香橙、枳橙、红桔、印度酸橘和柚的种子,用蒸馏水洗净,去除泥沙和漂浮的种子并浸泡30分钟;倒去蒸馏水,用5%次氯酸钠浸泡15分钟,每隔4-5分钟搅拌一次;倒去次氯酸钠,用70%乙醇浸泡90秒;倒去乙醇,用无菌水洗3次;将处理好的种子均匀摆放到铺有纱布的催芽盘中,纱布要灭菌并用无菌水充分浸湿;将催芽盘置于恒温培养箱中,设置参数如下:温度30℃,光照0(黑暗条件)空气湿度70-80%,;每日加灭菌水保持湿润,并随时清除发霉、变色、失去活力的种子;催芽7-14天得到小苗。

枳及其它柑橘实生的种子一般在催芽后1周就会有露白,10天至14天是种子的集中萌发时间,将期间萌发的种子作为播种的种子,以15棵每盆的标准播种在装有5L蛭石的营养钵中。播种完毕后,选择透为光性好的地膜将盆(钵)覆盖并留有气孔;当幼苗长到两片真叶是就揭去薄膜,并进行常规的日常管理,直到有5-6片真叶出现。

先将通气系统由电源、定时开关、气泵和导气管(带气石)连接,然后放入到水培槽中。

选取生长一致(株高一致,叶片5-6真片)的幼苗进行预培养。将枳幼苗根部清洗干净后转移到装有1/4剂量改良的Hoagland和Aron营养液中,pH值为6.0。实验在光照培养箱中进行,其生长参数设定为:昼夜温差和时间交替为14/10小时,28/22℃,75%的相对湿度和 $800\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的光照强度每隔20分钟换气2分钟。每3小时通气15分钟,每5天更换一次营养液。

如附图2、3所示,枳及其他柑橘实生幼苗(A)香橙、(B)枳橙、(C)红桔、(D)印度酸橘和(E)柚均可以正常的在本发明的水培环境中生长。

实施例2

本发明水培与普通土壤培养的生长比较试验。

以枳(一种柑橘实生)种子为材料,选择籽粒饱满、无霉变、无缺损的种子,用蒸馏水洗净,再用5%次氯酸钠浸泡15分钟;再用70%乙醇浸泡90s;再用无菌水漂洗3次;将处理好的种子均匀摆放到铺有湿润纱布的催芽盘中,将催芽盘置于恒温培养箱中,设置参数如下:温度30℃,光照0(黑暗条件)空气湿度70-80%。

枳种子一般在催芽后1周就会有露白,10天至14天是种子的集中萌发时间,将期间萌发的种子作为播种的种子,以15棵每盆的标准播种在装有5L蛭石的营养钵中。播种完毕后,选择透为光性好的地膜将盆(钵)覆盖并留有气孔;当幼苗长到两片真叶是就揭去薄膜,并进行常规的日常管理,直到有5-6片真叶出现。

水培移栽前,先将通气系统的电源、定时开关、气泵和导气管(带气石)连接,然后放入到水培槽中。

选取生长一致(株高一致,叶片5-6真片)的幼苗进行预培养。将枳幼苗根部清洗干净后转移到装有1/4剂量改良的Hoagland和Aron营养液中,pH值为6.0。实验在光照培养箱中进行,其生长参数设定为:昼夜温差和时间交替为14/10小时,28/22℃,75%的相对湿度和

800 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的光照强度每隔20分钟换气 2分钟。每3小时通气15分钟,每5天更换一次营养液。

普通土壤培养。选择与水培槽同样的容器,下部开排水孔。每盆种植与本发明水培方法一样株数、一样大小的枳幼苗。让其在相同的培养和管理条件下生长,直到实验结束。

根系形态比较。随机选取本发明水培与土壤培养的枳幼苗各9株,用去离子水洗净。主根长度用刻度尺测量后,将各根系样本用Epson digital scanner (Expression 10000XL 1.0,Epson Inc.,Japan)进行扫描,然后用WinRhizo Pro (S) v. 2004b software (Regent Instruments Inc.,Canada)软件进行根系形态的分析以获得总根长,平均直径,根总表面积和侧根数量等数据。

元素测定。分别取本发明水培与土壤培养的枳幼苗各9株。将取回的植株用去离子水清洗,然后分成根、茎、叶3个部分。将以上样品装入纸质样品袋中,编号并置于105 $^{\circ}\text{C}$ 烘箱中杀青20分钟,然后于75 $^{\circ}\text{C}$ 恒温烘箱中烘干至恒重。将称重后的干样粉碎过筛,置于干燥器中保存供矿质元素含量的测定用。称取干样粉末0.50克左右,将称取的粉末置于石英干锅中,在马弗炉中以500 $^{\circ}\text{C}$ 灰化6 小时,待炉温降到室温时加入0.1当量HCl,过滤后装入10毫升离心管中待测。待测液的测定采用等离子体发射光谱仪(ICP-AES,Thermo,IRIS Advan,USA)测定,计算后得到矿质元素的含量。

表1枳根系在水培土壤培养中的形态比较

根系形态	土壤培养	本发明水培
初生根长度 (厘米)	26.01 \pm 0.48 ^a	32.43 \pm 0.57 ^a
根系总长度 (厘米)	1094.14 \pm 18.74 ^a	1008.78 \pm 15.17 ^a
根系表面积 (平方厘米)	161.75 \pm 4.22 ^a	154.11 \pm 6.53 ^a
根系体积 (立方厘米)	2.26 \pm 0.07 ^a	2.32 \pm 0.09 ^a

表2枳用本发明水培与普通土壤培养后叶与根中矿质元素含量比较。

矿质 元素	土壤培养		本发明水培	
	叶	根	叶	根
P	3.24 \pm 0.18	5.47 \pm 0.40	3.76 \pm 0.08	5.19 \pm 0.24
K	15.52 \pm 0.35	13.32 \pm 0.54	17.95 \pm 0.42	14.88 \pm 0.27
Ca	12.42 \pm 0.73	8.68 \pm 0.13	12.74 \pm 1.01	8.47 \pm 0.19
Mg	5.03 \pm 0.37	3.24 \pm 0.05	4.99 \pm 0.40	3.36 \pm 0.17

Fe	146.2±17.2	1138.0±79.7	141.6±1.1	1144.0±10.1
Mn	99.57±2.23	595.83±4.53	107.83±3.4	712.3±27.4
B	111.73±3.20	25.91±1.00	106.57±4.6	25.12±0.8
Cu	1.89±0.21	4.95±0.18	1.66±0.24	4.01±0.2
Zn	25.01±1.48	37.37±1.53	28.78±0.34	39.03±1.0

实验结果表明:柑橘实生幼苗(枳)在本发明水培和普通土壤培养中,均能正常生长,且在本发明水培中的生长效果要优于普通土壤培养的。

实施例3

柑橘实生幼苗不同矿质营养元素缺乏实验

以枳(一种柑橘实生)种子为材料,选择籽粒饱满、无霉变、无缺损的种子,用蒸馏水洗净,再用5%次氯酸钠浸泡15分钟,每隔4-5分钟搅拌一次;再用70%乙醇浸泡90秒;再用无菌水漂洗3次;将处理好的种子均匀摆放到铺有湿润纱布的催芽盘中,将催芽盘置于恒温培养箱中,设置参数如下:温度30℃,光照0(黑暗条件)空气湿度70-80%。

枳种子一般在催芽后1周就会有露白,10天至14天是种子的集中萌发时间,将期间萌发的种子作为播种的种子,以15棵每盆的标准播种在装有5L蛭石的营养钵中。播种完毕后,选择透为光性好的地膜将盆(钵)覆盖并留有气孔;当幼苗长到两片真叶是就揭去薄膜,并进行常规的日常管理,直到有5-6片真叶出现。

水培移栽前,先将通气系统的电源、定时开关、气泵和导气管(带气石)连接,然后放入到水培槽中。

选取生长一致(株高一致,叶片5-6真片)的幼苗进行预培养。将枳幼苗根部清洗干净后转移到装有1/4剂量改良的Hoagland和Aron营养液中,pH值为6.0。实验在光照培养箱中进行,其生长参数设定为:昼夜温差和时间交替为14/10小时,28/22℃,75%的相对湿度和800 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 的光照强度每隔20分钟换气2分钟。每3小时通气15分钟,每5天更换一次营养液。

通过大约3预培养后,以有新叶或新根长出为判断标准确定预培养的时间。选择生长相对一致(株高一致,叶片7-8真片)的幼苗进行矿质营养缺乏处理。以未添加硼、铁或镁的Hoagland和Aron营养液为缺素处理,以正常的Hoagland和Aron营养液为对照,其它元素均一致。每3小时通气15分钟,每3天更换一次营养液,直到症状完全出现。

试验结果如附图4所示,其中A:缺硼、B:缺铁、C:缺镁、D:对照。

根据本发明的实施例3所述的用于枳不同矿质营养缺乏实验的方法,可以使枳幼苗在水培条件下,在短时间内便可以诱导出该种矿质营养缺乏的典型症状,同时也能方便地观察到根系在该种矿质营养缺乏时形态的变化。而且操作简单,易于掌握。

尽管本发明的实施方案已公开如上,但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用,它完全可以被适用于各种适合本发明的领域,对于熟悉本领域的人员而言,可容易地实现另外的修改,因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本发明并不限于特定的细节和这里示出于描述的实施例。

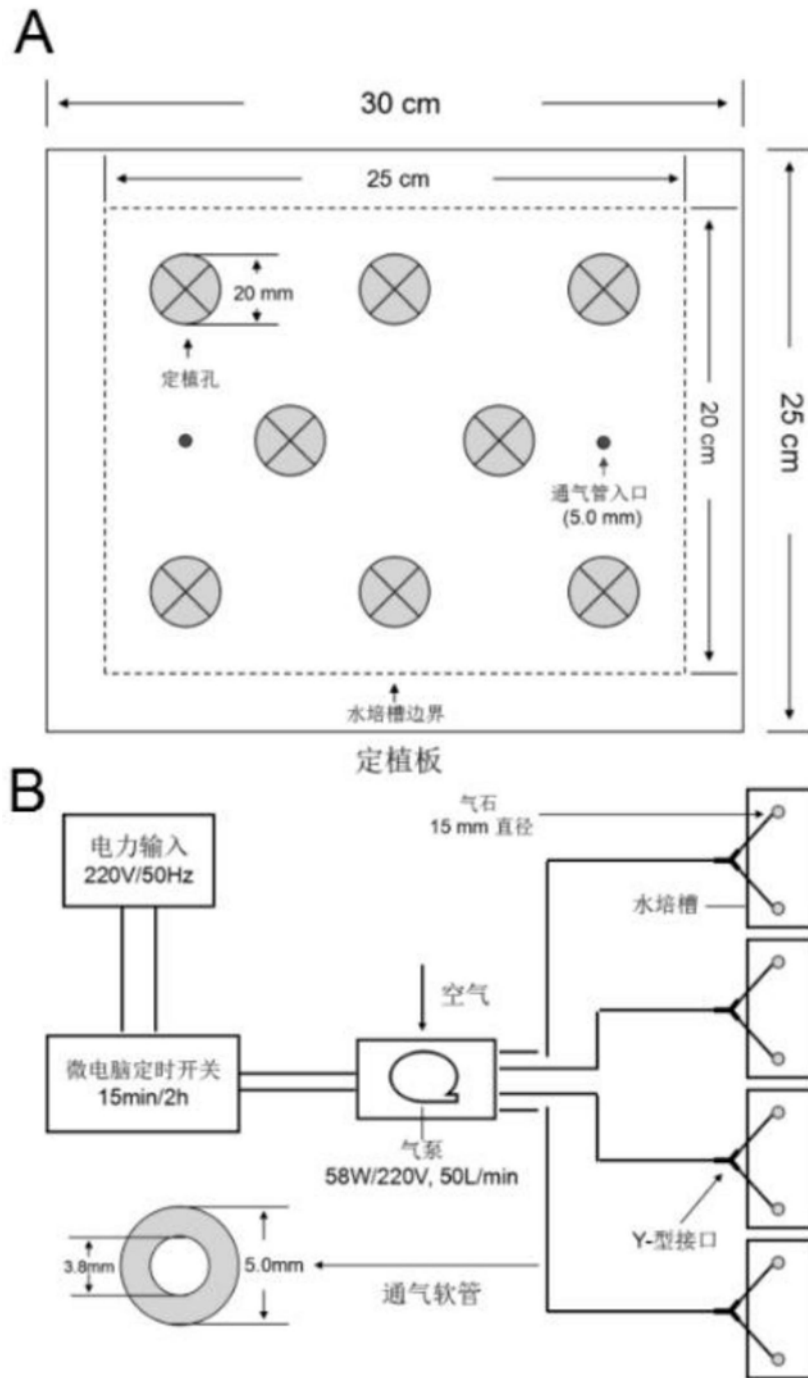


图1

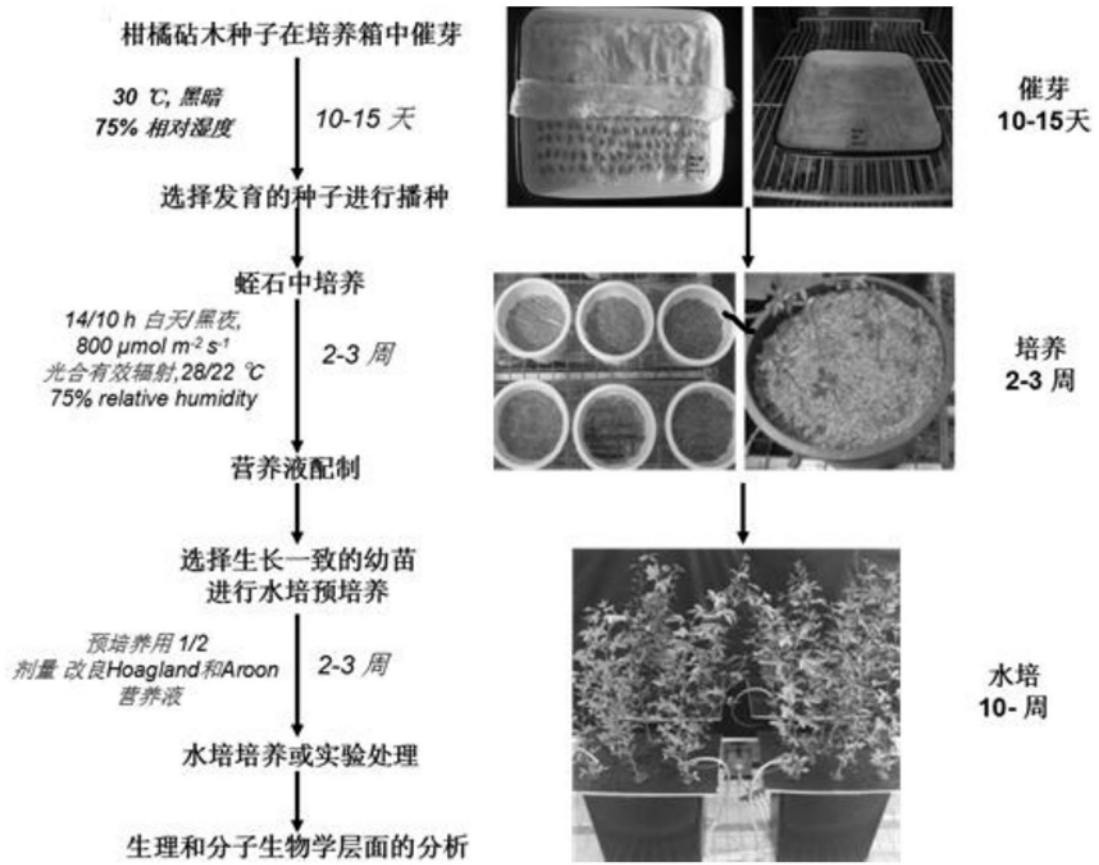


图2

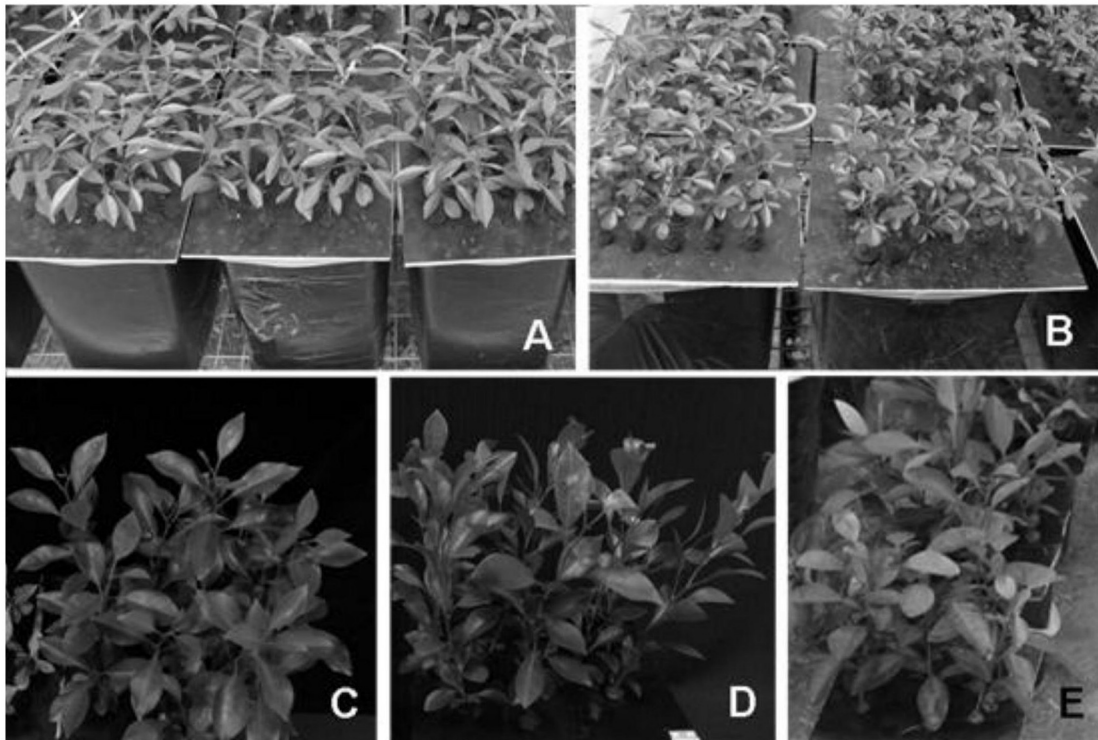


图3

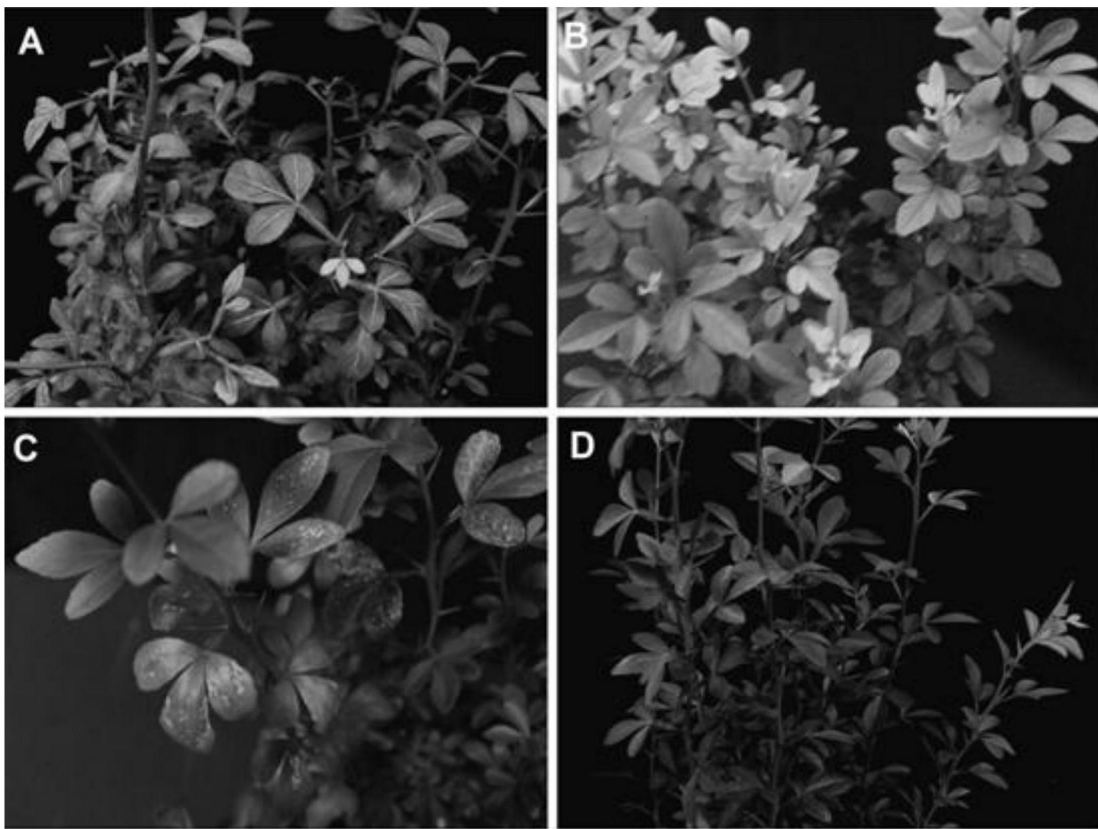


图4