



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109673204 A

(43)申请公布日 2019.04.26

(21)申请号 201910159045.6

A01G 22/15(2018.01)

(22)申请日 2019.03.04

A01G 22/25(2018.01)

(71)申请人 吉林大学

C05G 1/00(2006.01)

地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 张蕾 李发秦尉 姚利军 袁永恒
肖飞 于海业 隋媛媛 杨昊谕
李大伟 蔡伟

(74)专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

代理人 齐安全 胡景阳

(51)Int. Cl.

A01C 1/02(2006.01)

A01C 21/00(2006.01)

A01C 23/04(2006.01)

权利要求书3页 说明书13页 附图1页

(54)发明名称

一种提高生菜品质和产量的气雾培方法

(57)摘要

本发明公开了一种提高生菜品质和产量的气雾培方法,克服了现有气雾培技术存在生菜品质和产量不能兼顾的问题;其步骤为:1)种子催芽;2)人工气候箱内育苗;3)移苗;4)定植前准备;5)定植;6)定期调节气雾栽培箱内营养液的pH值和EC值;7)更换标准营养液;8)采收前一周更换低浓度营养液;(1)生菜生长至采收前1周,更换低浓度的营养液,先移除实验组雾培箱中剩余的营养液,用清水洗净根系残留营养液;(2)向实验组雾培箱中移入6L的由1/2标准营养液配方配制的营养液;9)采收前1~2天对植株进行连续补光处理;10)植株采收:(1)待生菜和樱桃萝卜定植30d后采收;(2)生菜、樱桃萝卜采收定植盖板上部、下部。



1. 一种提高生菜品质和产量的气雾培方法,其特征在于,所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法的步骤如下:

- 1) 种子催芽;
- 2) 人工气候箱内育苗;
- 3) 移苗;
- 4) 定植前准备;
- 5) 定植;
- 6) 定期调节气雾栽培箱内营养液的pH值和电导率即EC值;
- 7) 更换标准营养液;
- 8) 采收前一周更换低浓度营养液;
- 9) 采收前1~2天对植株进行连续补光处理;
- 10) 植株采收:
 - (1) 待生菜和樱桃萝卜定植30天后采收;
 - (2) 生菜采收定植盖板上部,樱桃萝卜采收定植盖板下部。

2. 按照权利要求1所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法,其特征在于,所述的种子催芽是指:

1) 将种子放入50℃~55℃温水中浸泡5min,并不断搅拌,滤去温水后再在25℃~30℃环境条件下以清水浸种6h~8h,让种子充分吸收水分;

2) 用干净的湿纱布包裹种子,放入设置好的恒温培养箱中催芽36h~48h,恒温培养箱的温度为 $25\pm 0.2^{\circ}\text{C}$,湿度为70%RH,光照为0Lux,等待80~90%种子开口露芽时,播入72穴的装有草炭土的育苗盘中,每穴内播入1~2粒种子;

3) 生菜种子不浸种直接催芽,而樱桃萝卜种子需浸种6h~8h。

3. 按照权利要求1所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法,其特征在于,所述的人工气候箱内育苗是指:

1) 将已播入种子的育苗盘放入人工气候箱内育苗,白天温度控制在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、光照6000~8000Lux,夜间温度控制在 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、光照0Lux,相对湿度控制在 $(75\pm 5)\% \text{RH}$;每日上午7:00~8:00或下午17:00~18:00浇水一次,使草炭土保持湿润;

2) 待生菜苗和樱桃萝卜苗长出3~4片真叶时准备移苗;

3) 为保证作物移苗能同时进行,生菜需比樱桃萝卜早育苗15天。

4. 按照权利要求1所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法,其特征在于,所述的移苗是指:

1) 移苗前向育苗盘中的草炭土喷洒水,使草炭土充分湿润,减小移苗时对植株根部的损伤;

2) 轻轻分离草炭土和待移苗根系,然后仔细清洗植株根系,过程中尽量确保植株根系的完整;

3) 此过程在17:00~19:00或阴天进行为宜,此时植物的蒸腾作用减弱,可提高移苗后植株的成活率。

5. 按照权利要求1所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法,其特征在于,所述的定植前准备是指:

1) 先向实验组气雾栽培箱内移入4L的1/2标准营养液,对照组则直接加入20L的标准营养液,所加营养液液面不应超过气雾栽培箱内喷雾头所在液面;1/2标准营养液配方和标准营养液配方均由日本园试配方和霍兰德通用配方组成,具体成分及含量如下:

1/2标准营养液配方:

日本园试配方	mg/L
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	472.5;
KNO_3	404.5;
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	76.5;
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246.5;
霍兰德通用配方	mg/L;
H_3BO_3	1.43;
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.065;
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.11;
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.04;
$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.01;
EDTA-2NaFe	12;

标准营养液配方:

日本园试配方	mg/L
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	945;
KNO_3	809;
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	153;
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	493;
霍兰德通用配方	mg/L
H_3BO_3	2.86;
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	2.13;
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22;
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08;
$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.02;
EDTA-2NaFe	24;

2) 设置循环喷雾定时器的工作和间歇时间,白天为每喷施15min间歇15min,夜间为每喷施5min间歇60min。

6. 按照权利要求1所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法,其特征在于,所述的定植是指:

1) 使用与气雾栽培箱定植盖板相配套的植株固定器固定待移苗植株的根颈部,再塞入定植盖板上的定植孔内,植株固定器采用乙烯-醋酸乙烯共聚物发泡材料制成,由于樱桃萝卜果实在定植盖板下部,植株固定器的下围应制成半球型,减少对樱桃萝卜果实生长的影

响;

2) 向实验组气雾栽培箱定植盖板上移入生菜苗和樱桃萝卜苗,以两行生菜苗与一行樱桃萝卜苗的比例模式间作,即生菜与樱桃萝卜2:1比例间作,同时向对照组气雾栽培箱移入生菜苗,即生菜单作,作为对照;

3) 植株固定器为直径 $58 \pm 2\text{mm}$ 、厚15mm,与定植盖板上直径为55mm~57mm的定植孔相配合使用。

7. 按照权利要求1所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法,其特征在于,所述的定期调节气雾栽培箱内营养液的pH值和电导率即EC值是指:

1) 将雷磁便携式多参数分析仪的电极探头插入待测营养液中,待读数稳定后直接读取营养液的pH值和EC值;

2) 每天测量气雾栽培箱内营养液的pH值,通过 $1\text{mol/L} \sim 2\text{mol/L}$ 硫酸溶液或 $1\text{mol/L} \sim 2\text{mol/L}$ 氢氧化钠溶液调节pH值,使营养液的pH值控制在5.5~6.5;

3) 每天测量气雾栽培箱内营养液的EC值,通过水或浓缩营养液调节溶液EC值,使营养液的EC值前期控制在 $900\mu\text{S/cm} \sim 1100\mu\text{S/cm}$ 范围内,中期控制在 $1900\mu\text{S/cm} \sim 2100\mu\text{S/cm}$ 范围内,后期控制在 $900\mu\text{S/cm} \sim 1100\mu\text{S/cm}$ 范围内。

8. 按照权利要求1所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法,其特征在于,所述的更换标准营养液是指:

1) 待生菜苗移苗10天后,更换标准营养液,先移除实验组雾培箱中前期剩余的营养液,并用清水轻轻洗净根系残留营养液;

2) 向实验组雾培箱中移入10L的标准营养液。

9. 按照权利要求1所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法,其特征在于,所述的采收前一周更换低浓度营养液是指:

1) 生菜生长至采收前1周,更换低浓度的营养液,先移除实验组气雾栽培箱中中期剩余的营养液,并用清水轻轻洗净根系残留营养液;

2) 向实验组气雾栽培箱中移入6L的1/2标准营养液。

10. 按照权利要求1所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法,其特征在于,所述的采收前1~2天对植株进行连续补光处理是指:

1) 白天利用自然光照,夜晚采用人工LED光源补光;

2) 补光灯选择的是珀誉全光谱补光灯,夜晚光照强度维持在8000~10000Lux,补光时间为每天的晚上18:00~第二天的早6:00。

一种提高生菜品质和产量的气雾培方法

技术领域

[0001] 本发明涉及植物无土栽培技术领域的一种方法,更确切地说,本发明涉及一种提高生菜品质和产量的气雾培方法。

背景技术

[0002] 无土栽培作为当今世界兴起的农业高新技术,其不用土壤,以基质代替土壤,或采用液体营养液直接培养植物。因其可有效克服目前土培存在的诸多弊端,且省水、省肥、省力、省功,表现出较多的优势,备受关注。气雾培是指通过喷雾装置将营养液雾化为雾滴,直接喷射到植物根系,为植物提供所需的水分和养分的一种无土栽培方法,是无土栽培技术中根系水气矛盾解决最好的一种形式,同时因其易于自动化控制和进行立体栽培,应用较广。

[0003] 蔬菜品质的调控措施主要为长期调控和短期调控两类,长期调控成本高,周期长,易影响蔬菜产量,而短期调控措施则见效快。现阶段国内外采用的调控措施主要有:改变蔬菜生长过程中的光照强度、改变营养液配方的硝铵比、采收前停止供应营养液等措施。以上措施都可提高蔬菜的品质,但相应产量会受到影响,同时一些学者也报道了在蔬菜采收前一周或3-5天,改变营养液供应模式可以降低蔬菜中的硝酸盐含量,但将整个生长过程分阶段供应营养液的模式运用到生菜气雾栽培中的研究还未见相关报道。

[0004] 目前无土栽培中人们过度重视蔬菜硝酸盐含量,而忽视其他品质指标的影响。间作是在同一田地、同一生长期分行或分带相间种植两种或两种以上作物的种植方式。经过国内外科研工作者试验已经证实间作可以降低土培蔬菜中的硝酸盐含量,但将间作运用到生菜的气雾栽培中的报道还甚少。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是克服了现有气雾培技术存在的生菜品质和产量不能兼顾的问题,提供了一种提高生菜品质和产量的气雾培方法。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明是采用如下技术方案实现的:所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法的步骤如下:

- [0007] 1) 种子催芽;
- [0008] 2) 人工气候箱内育苗;
- [0009] 3) 移苗;
- [0010] 4) 定植前准备;
- [0011] 5) 定植;
- [0012] 6) 定期调节气雾栽培箱内营养液的pH值和电导率即EC值;
- [0013] 7) 更换标准营养液;
- [0014] 8) 采收前一周更换低浓度营养液;
- [0015] 9) 采收前1~2天对植株进行连续补光处理;

[0016] 10) 植株采收:

[0017] (1) 待生菜和樱桃萝卜定植30天后采收;

[0018] (2) 生菜采收定植盖板上部,樱桃萝卜采收定植盖板下部。

[0019] 技术方案中所述的种子催芽是指:

[0020] 1) 将种子放入50℃~55℃温水中浸泡5min,并不断搅拌,滤去温水后再在25℃~30℃环境条件下以清水浸种6h~8h,让种子充分吸收水分;

[0021] 2) 用干净的湿纱布包裹种子,放入设置好的恒温培养箱中催芽36h~48h,恒温培养箱的温度为 $25\pm 0.2^{\circ}\text{C}$,湿度为70%RH,光照为0Lux,等待80~90%种子开口露芽时,播入72穴的装有草炭土的育苗盘中,每穴内播入1~2粒种子;

[0022] 3) 生菜种子不浸种直接催芽,而樱桃萝卜种子需浸种6h~8h。

[0023] 技术方案中所述的人工气候箱内育苗是指:

[0024] 1) 将已播入种子的育苗盘放入人工气候箱内育苗,白天温度控制在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、光照6000~8000Lux,夜间温度控制在 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、光照0Lux,相对湿度控制在 $(75\pm 5)\% \text{RH}$;每日上午7:00~8:00或下午17:00~18:00浇水一次,使草炭土保持湿润;

[0025] 2) 待生菜苗和樱桃萝卜苗长出3~4片真叶时准备移苗;

[0026] 3) 为保证作物移苗能同时进行,生菜需比樱桃萝卜早育苗15天。

[0027] 技术方案中所述的移苗是指:

[0028] 1) 移苗前向育苗盘中的草炭土喷洒水,使草炭土充分湿润,减小移苗时对植株根部的损伤;

[0029] 2) 轻轻分离草炭土和待移苗根系,然后仔细清洗植株根系,过程中尽量确保植株根系的完整;

[0030] 3) 此过程在17:00~19:00或阴天进行为宜,此时植物的蒸腾作用减弱,可提高移苗后植株的成活率。

[0031] 技术方案中所述的定植前准备是指:

[0032] 1) 先向实验组气雾栽培箱内移入4L的1/2标准营养液,对照组则直接加入20L的标准营养液,所加营养液液面不应超过气雾栽培箱内喷雾头所在液面;1/2标准营养液配方和标准营养液配方均由日本园试配方和霍兰德通用配方组成,具体成分及含量如下:

[0033] 1/2标准营养液配方:

[0034] 日本园试配方 mg/L

	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	472.5;
	KNO_3	404.5;
	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	76.5;
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246.5;
	霍兰德通用配方	mg/L;
[0035]	H_3BO_3	1.43;
	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.065;
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.11;
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.04;
	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.01;
	EDTA-2NaFe	12;
[0036]	标准营养液配方:	
	日本园试配方	mg/L
	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	945;
	KNO_3	809;
	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	153;
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	493;
	霍兰德通用配方	mg/L
[0037]	H_3BO_3	2.86;
	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	2.13;
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22;
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08;
	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.02;
	EDTA-2NaFe	24;

[0038] 2) 设置循环喷雾定时器的工作和间歇时间,白天为每喷施15min间歇15min,夜间为每喷施5min间歇60min。

[0039] 技术方案中所述的定植是指:

[0040] 1) 使用与气雾栽培箱定植盖板相配套的植株固定器固定待移苗植株的根颈部,再塞入定植盖板上的定植孔内,植株固定器采用乙烯-醋酸乙烯共聚物发泡材料制成,由于樱桃萝卜果实在定植盖板下部,植株固定器的下围应制成半球型,减少对樱桃萝卜果实生长的影响;

[0041] 2) 向实验组气雾栽培箱定植盖板上移入生菜苗和樱桃萝卜苗,以两行生菜苗与一行樱桃萝卜苗的比例模式间作,即生菜与樱桃萝卜2:1比例间作,同时向对照组气雾栽培箱移入生菜苗,即生菜单作,作为对照;

[0042] 3) 植株固定器为直径 $58 \pm 2\text{mm}$ 、厚15mm,与定植盖板上直径为55mm~57mm的定植孔相配合使用。

[0043] 技术方案中所述的定期调节气雾栽培箱内营养液的pH值和电导率即EC值是指：

[0044] 1) 将雷磁便携式多参数分析仪的电极探头插入待测营养液中，待读数稳定后直接读取营养液的pH值和EC值；

[0045] 2) 每天测量气雾栽培箱内营养液的pH值，通过1mol/L~2mol/L硫酸溶液或1mol/L~2mol/L氢氧化钠溶液调节pH值，使营养液的pH值控制在5.5~6.5；

[0046] 3) 每天测量气雾栽培箱内营养液的EC值，通过水或浓缩营养液调节溶液EC值，使营养液的EC值前期控制在900 μ S/cm~1100 μ S/cm范围内，中期控制在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm范围内，后期控制在900 μ S/cm~1100 μ S/cm范围内。

[0047] 技术方案中所述的更换标准营养液是指：

[0048] 1) 待生菜苗移苗10天后，更换标准营养液，先移除实验组雾培箱中前期剩余的营养液，并用清水轻轻洗净根系残留营养液；

[0049] 2) 向实验组雾培箱中移入10L的标准营养液。

[0050] 9. 按照权利要求1所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法，其特征在于，所述的采收前一周更换低浓度营养液是指：

[0051] 1) 生菜生长至采收前1周，更换低浓度的营养液，先移除实验组气雾栽培箱中中期剩余的营养液，并用清水轻轻洗净根系残留营养液；

[0052] 2) 向实验组气雾栽培箱中移入6L的1/2标准营养液。

[0053] 技术方案中所述的采收前1~2天对植株进行连续补光处理是指：

[0054] 1) 白天利用自然光照，夜晚采用人工LED光源补光；

[0055] 2) 补光灯选择的是珀誉全光谱补光灯，夜晚光照强度维持在8000-10000Lux，补光时间为每天的晚上18:00~第二天的早6:00。

[0056] 与现有技术相比本发明的有益效果是：

[0057] 1. 本发明所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法，其操作简单，只需在原有的气雾栽培技术基础上做到以下三点：

[0058] 1) 选择适宜作物与主栽培作物进行合理间作；

[0059] 2) 在生菜生长前期和后期供应1/2倍标准浓度的营养液，中期供应标准浓度的营养液；

[0060] 3) 在采收前对植株连续补光24-48h。

[0061] 2. 本发明所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法保留了气雾栽培的产量高、节水节肥、减少病虫害等优点，合理间作还可提高光能和养分的利用率、提高经济效益等。

[0062] 3. 采用本发明所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法的实验组采收的生菜地上部单株重量明显高于对照组，叶面积也优于对照组，生菜叶片品质指标可溶性糖和可溶性蛋白含量明显得到了提高，同时生菜叶片的硝酸盐含量也有了明显下降。

附图说明

[0063] 下面结合附图对本发明作进一步的说明：

[0064] 图1是本发明所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法的流程框图。

具体实施方式

[0065] 下面结合附图对本发明作详细的描述：

[0066] 生菜，又名叶用莴苣，因其营养价值高，深受消费者喜爱。本发明针对生菜这一常见叶菜类蔬菜，将营养液分阶段管理、间作以及采收前补光处理同时应用到气雾栽培中，根据已搜集的资料优选出樱桃萝卜常见蔬菜与生菜间作效果最好，提出一种有效且操作简单的可提高气雾培生菜品质和产量的方法，为无土栽培蔬菜的高产、优质等提供依据，同时为进一步深入研究提供一定的理论依据。

[0067] 一种提高生菜品质和产量的气雾培方法的步骤如下：

[0068] 1. 种子催芽

[0069] 1) 将种子放入 $50^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 温水中浸泡5min，并不断搅拌，滤去温水后再在 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 环境条件下以清水浸种6h \sim 8h，让种子充分吸收水分；

[0070] 2) 用干净的湿纱布包裹种子，放入设置好的恒温培养箱中(温度为 $25\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，湿度为 $(75\pm 5)\% \text{RH}$ ，光照为0Lux)催芽36h \sim 48h，待80% \sim 90%种子开口露芽时，播入72穴的装有草炭土的育苗盘中，每穴内播入1 \sim 2粒种子；

[0071] 3) 生菜种子不浸种直接催芽，而樱桃萝卜种子需浸种6h \sim 8h。

[0072] 2. 人工气候箱内育苗

[0073] 1) 将已播入种子的育苗盘放入人工气候箱内育苗，白天温度控制在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、光照6000Lux \sim 8000Lux，夜间温度控制在 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、光照0Lux，相对湿度控制在 $(75\pm 5)\% \text{RH}$ ；每日上午7:00 \sim 8:00或下午17:00 \sim 18:00浇水一次，使草炭土保持湿润；

[0074] 2) 待生菜苗和而樱桃萝卜苗长出3 \sim 4片真叶时准备移苗；

[0075] 3) 为保证作物移苗能同时进行，生菜需比樱桃萝卜早育苗15天。

[0076] 3. 移苗

[0077] 1) 移苗前向育苗盘中的草炭土喷洒水，使草炭土充分湿润，减小移苗时对植株根部的损伤；

[0078] 2) 轻轻分离草炭土和待移苗根系，然后仔细清洗植株根系，过程中尽量确保植株根系的完整；

[0079] 3) 此过程在17:00 \sim 19:00(或阴天)进行为宜，此时植物的蒸腾作用减弱，可提高移苗后植株的成活率。

[0080] 4. 定植前准备

[0081] 1) 先向实验组气雾栽培箱内移入4L的1/2标准营养液，对照组则直接加入20L的标准营养液，所加营养液液面不应超过气雾栽培箱内喷雾头所在液面；1/2标准营养液配方和标准营养液配方均由日本园试配方和霍兰德通用配方组成，具体成分及含量如下：

[0082] 1/2标准营养液配方：

- | | | |
|--------|---|--------|
| | 日本园试配方 | mg/L |
| | $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 472.5; |
| | KNO_3 | 404.5; |
| | $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ | 76.5; |
| | $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 246.5; |
| [0083] | 霍兰德通用配方 | mg/L; |
| | H_3BO_3 | 1.43; |
| | $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 1.065; |
| | $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 0.11; |
| | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 0.04; |
| | $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 0.01; |
| | EDTA-2NaFe | 12; |
| [0084] | 标准营养液配方: | |
| | 日本园试配方 | mg/L |
| | $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 945; |
| | KNO_3 | 809; |
| | $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ | 153; |
| | $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 493; |
| [0085] | 霍兰德通用配方 | mg/L |
| | H_3BO_3 | 2.86; |
| | $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 2.13; |
| | $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 0.22; |
| | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 0.08; |
| | $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ | 0.02; |
| | EDTA-2NaFe | 24; |
- [0086] 2) 设置循环喷雾定时器的工作和间歇时间,白天为每喷施15min间歇15min,夜间为每喷施5min间歇60min。
- [0087] 5.定植
- [0088] 1) 使用与气雾栽培箱定植盖板相配套的植株固定器固定待移苗植株的根颈部,再塞入定植盖板上的定植孔内,植株固定器采用乙烯-醋酸乙烯共聚物发泡材料制成,由于樱桃萝卜果实在定植盖板下部,植株固定器的下围应制成半球型,减少对樱桃萝卜果实生长的影响;
- [0089] 2) 向实验组气雾栽培箱定植盖板上移入生菜苗和樱桃萝卜苗,以两行生菜苗与一行樱桃萝卜苗的比例模式间作,即生菜与樱桃萝卜2:1比例间作,同时向对照组气雾栽培箱移入生菜苗,即生菜单作,作为对照;
- [0090] 3) 植株固定器为直径 $58 \pm 2\text{mm}$ 、厚15mm,与定植盖板上直径为55mm~57mm的定植孔

相配合使用。

[0091] 6. 定期调节气雾栽培箱内营养液的pH值和电导率即EC值

[0092] 1) 将雷磁便携式多参数分析仪的电极探头插入待测营养液中,待读数稳定后直接读取营养液的pH值和EC值;

[0093] 2) 每天测量气雾栽培箱内营养液的pH值,通过1mol/L~2mol/L硫酸溶液或1mol/L~2mol/L氢氧化钠溶液调节pH值,使营养液的pH值控制在5.5~6.5;

[0094] 3) 每天测量实验组气雾栽培箱内营养液的EC值,通过水或浓缩营养液调节溶液EC值,使营养液的EC值前期控制在900 μ S/cm~1100 μ S/cm范围内,中期控制在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm范围内,后期控制在900 μ S/cm~1100 μ S/cm范围内;

[0095] 4) 每天测量对照组气雾栽培箱内营养液的EC值,通过水或浓缩营养液调节溶液EC值,使营养液的EC值控制在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm范围内。

[0096] 7. 更换标准营养液

[0097] 1) 待生菜苗移苗10天后,更换标准营养液,先移除实验组气雾栽培箱中前期剩余的营养液,并用清水轻轻洗净根系残留营养液;

[0098] 2) 向实验组气雾栽培箱中移入10L的标准营养液。

[0099] 8. 采收前一周更换低浓度营养液

[0100] 1) 生菜生长至采收前1周,更换低浓度的营养液,先移除实验组气雾栽培箱中中期剩余的营养液,并用清水轻轻洗净根系残留营养液;

[0101] 2) 向实验组气雾栽培箱中移入6L的1/2标准营养液。

[0102] 9. 采收前1~2天对植株进行连续补光处理

[0103] 1) 白天利用自然光照,夜晚采用人工LED光源补光;

[0104] 2) 补光灯选择的是珀誉全光谱补光灯,夜晚光照强度维持在8000Lux~10000Lux,补光时间为每天晚上的18:00~第二天的早6:00。

[0105] 10. 植株采收

[0106] 1) 待生菜和樱桃萝卜定植30天后,即可采收;

[0107] 2) 生菜采收定植盖板上部,樱桃萝卜采收定植盖板下部。

[0108] 实施例1

[0109] 栽培时间:2018.3.30~2018.6.4(2018.3.30~2018.5.5为种子育苗期)。

[0110] 栽培地点:吉林省长春市吉林大学南岭校区生物与农业工程学院玻璃温室内。

[0111] 一种提高生菜品质和产量的气雾培方法的步骤如下:

[0112] 1. 种子催芽

[0113] 1) 将种子放入55℃温水中浸泡5min,并不断搅拌,此过程维持水温在50℃~55℃;

[0114] 2) 用干净的湿纱布包裹种子,放入设置好的恒温培养箱中(温度为25℃,湿度为70%RH,光照为0Lux)催芽36h,待90%种子开口露芽时,播入72穴的装有草炭土的育苗盘中,每穴内播入2粒种子;

[0115] 3) 为保证与生菜种子同时移苗,樱桃萝卜种子在生菜种子催芽15天后进行催芽,催芽时种子放置在25℃环境条件下以清水浸种6h,其余操作与生菜种子催芽步骤相同。

[0116] 2. 人工气候箱内育苗

[0117] 1) 将已播入种子的育苗盘放入人工气候箱内育苗,白天温度控制在25℃、光照

7500Lux, 夜间温度控制在20℃、光照0Lux, 相对湿度控制在75%RH, 每日上午7:00浇水一次, 使草炭土保持湿润;

[0118] 2) 待生菜苗和樱桃萝卜苗长出3~4片真叶时准备移苗;

[0119] 3) 为保证作物移苗能同时进行, 生菜需比樱桃萝卜早育苗15天;

[0120] 3. 移苗

[0121] 1) 移苗前向育苗盘中的草炭土喷洒水, 使草炭充分湿润, 减小移苗时对植株根部的损伤;

[0122] 2) 轻轻分离草炭土和待移苗根系, 然后仔细清洗植株根系, 过程中尽量确保植株根系的完整; 此过程在17:00~19:00进行;

[0123] 4. 定植前准备

[0124] 1) 先向实验组气雾栽培箱(53cm×37cm×23cm)内移入4L的1/2标准营养液, 对照组则直接向气雾栽培箱(53cm×37cm×23cm)内加入20L的标准营养液, 所加营养液液面在气雾栽培箱内喷雾头所在液面之下; 1/2标准营养液配方和标准营养液配方均由日本园试配方和霍兰德通用配方组成, 具体成分及含量如下:

[0125] 1/2标准营养液配方:

	日本园试配方	mg/L
[0126]	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	472.5
	KNO_3	404.5
	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	76.5
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246.5
	霍兰德通用配方	mg/L
	H_3BO_3	1.43
[0127]	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.065
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.11
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.04
	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.01
	EDTA-2NaFe	12.

[0128] 标准营养液配方:

	日本园试配方	mg/L
	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	945
	KNO_3	809
	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	153
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	493
[0129]	霍兰德通用配方	mg/L
	H_3BO_3	2.86
	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	2.13
	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.22
	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.08
	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0.02
	EDTA-2NaFe	24。

[0130] 2) 设置循环喷雾定时器的工作和间歇时间,白天为每喷施15min间歇15min,夜间为每喷施5min间歇60min;本实施例定义6:00至18:00为白天,18:00至第二天6:00为夜间。

[0131] 5. 定植

[0132] 1) 使用含12个直径为55mm的圆形定植孔的气雾栽培箱定植盖板与相配套的直径为58mm,厚15mm的植株固定器固定待移苗植株的根颈部,再塞入定植盖板上的定植孔内,由于樱桃萝卜果实在定植盖板下部,植株固定器的下围应制成半球型,防止对樱桃萝卜果实的生长的影响;

[0133] 2) 向实验组气雾栽培箱定植盖板上移入生菜苗和樱桃萝卜苗,以生菜与樱桃萝卜2:1比例间作,同时向对照组气雾栽培箱全部移入生菜苗,作为对照,完成定植;

[0134] 3) 本实例所使用的气雾栽培箱的定植孔直径为55mm,植株固定器选择直径58mm、厚15mm;

[0135] 6. 定期调节气雾栽培箱内营养液的pH值和电导率即EC值

[0136] 1) 将雷磁便携式多参数分析仪的电极探头插入待测营养液中,待读数稳定后直接读取营养液的pH值和EC值;

[0137] 2) 每天16:00~17:00测量气雾栽培箱内营养液的pH值和EC值,若pH值维持在5.8~6.2,若实验组EC值维持前期在900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ~1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$,中期在1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ~2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$,后期在900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ~1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$,对照组EC值维持在1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ~2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$,则无需进行调节;

[0138] 3) 若测得的气雾栽培箱内营养液的pH值小于5.8,则边滴加2mol/L氢氧化钠溶液,边测量营养液pH值,直至测量值在5.8~6.2范围内;若测得的气雾栽培箱内营养液的pH值大于6.2,则边滴加2mol/L硫酸溶液,边测量营养液pH值,直至测量值在5.8~6.2范围内;

[0139] 4) 若测得实验组的气雾栽培箱内营养液的EC值前期小于900 $\mu\text{S}/\text{cm}$,中期小于1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$,后期小于900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 时,则边添加营养液,边测量营养液EC值,直至测量值前期在900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ~1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$,中期在1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ~2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$,后期在900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ~1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 范围内;若测得实验组气雾栽培箱内营养液的EC值前期大于1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$,中期大于2100 $\mu\text{S}/\text{cm}$,后期大于1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 时,则边添加水,边测量营养液EC值,直至测量值前期在900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ~1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 范围内;

cm,中期在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm,后期在900 μ S/cm~1100 μ S/cm范围内;

[0140] 5) 若测得对照组的气雾栽培箱内营养液的EC值小于1900 μ S/cm,则边添加营养液,边测量营养液EC值,直至测量值在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm,若测得的对照组气雾栽培箱内营养液的EC值大于2100 μ S/cm,则边添加水,边测量营养液EC值,直至测量值在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm。

[0141] 7. 更换标准营养液

[0142] 1) 待生菜移苗10天后,更换标准营养液,先移除实验组气雾栽培箱中前期剩余的营养液,并用清水轻轻洗净根系残留营养液;

[0143] 2) 向每个实验组气雾栽培箱中移入10L的标准营养液,对照组不进行此操作;

[0144] 8. 采收前一周更换低浓度营养液

[0145] 1) 生菜生长至采收前1周,更换低浓度的营养液,先移除实验组气雾栽培箱中中期剩余的营养液,并用清水轻轻洗净根系残留营养液;

[0146] 2) 向每个实验组气雾栽培箱中移入6L的1/2标准营养液,对照组不进行此操作。

[0147] 9. 采收前2天对植株进行连续补光处理

[0148] 1) 白天利用自然光照,夜晚采用人工LED光源补光;

[0149] 2) 补光灯选择的是珀誉全光谱补光灯,夜晚光照强度为10000Lux,补光时间为每天的晚上的18:00~第二天的早6:00;此过程对照组不进行此操作。

[0150] 10. 植株采收

[0151] 1) 待生菜和樱桃萝卜定植30天后,即可采收;

[0152] 2) 生菜采收定植盖板上部,樱桃萝卜采收定植盖板下部。

[0153] 实施例2

[0154] 栽培时间:2018.8.24~2018.10.30(2018.8.24-2018.9.30为种子育苗期)。

[0155] 栽培地点:吉林省长春市吉林大学南岭校区生物与农业工程学院玻璃温室内。

[0156] 一种提高生菜品质和产量的气雾培方法的步骤如下:

[0157] 1. 种子催芽

[0158] 1) 将生菜种子放入55℃温水中浸泡5min,并不断搅拌,此过程维持水温在50℃~55℃;

[0159] 2) 用干净的湿纱布包裹种子,放入设置好的恒温培养箱中(温度为25℃,湿度为75%RH,光照为0Lux)催芽48h,待85%种子开口露芽时,播入72穴的装有草炭土的育苗盘中,每穴内播入2粒种子;

[0160] 3) 为保证与生菜种子同时移苗,樱桃萝卜种子在生菜种子催芽15天后进行催芽,催芽时种子放置在25℃环境条件下以清水浸种8h,其余操作与生菜种子催芽步骤相同。

[0161] 2. 人工气候箱内育苗

[0162] 1) 将已播入种子的育苗盘放入人工气候箱内育苗,白天温度控制在25℃、光照7500Lux,夜间温度控制在20℃、光照0Lux,相对湿度控制在75%RH。每日下午17:00浇水一次,使草炭土保持湿润;

[0163] 2) 待生菜苗和樱桃萝卜苗长出3~4片真叶时准备移苗;

[0164] 3) 为保证作物移苗能同时进行,生菜需比樱桃萝卜早育苗15天;

[0165] 3. 移苗

[0166] 1) 移苗前向育苗盘中的草炭土喷洒水,使草炭充分湿润,减小移苗时对植株根部的损伤;

[0167] 2) 轻轻分离草炭土和待移苗根系,然后仔细清洗植株根系,过程中尽量确保植株根系的完整;此过程在17:00~19:00进行;

[0168] 4. 定植前准备

[0169] 1) 先向实验组气雾栽培箱(53cm×37cm×23cm)内移入4L的1/2标准营养液,对照组则直接向气雾栽培箱(53cm×37cm×23cm)内加入20L的标准营养液,所加营养液液面在气雾栽培箱内喷雾头所在液面之下,1/2标准营养液配方和标准营养液配方均由日本园试配方和霍兰德通用配方组成,具体成分及含量如下:

[0170] 1/2倍标准营养液配方:

日本园试配方	mg/L
--------	------

Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	472.5
--	-------

KNO ₃	404.5
------------------	-------

NH ₄ H ₂ PO ₄	76.5
--	------

MgSO ₄ ·7H ₂ O	246.5
--------------------------------------	-------

[0171] 霍兰德通用配方	mg/L
----------------	------

H ₃ BO ₃	1.43
--------------------------------	------

MnSO ₄ ·4H ₂ O	1.065
--------------------------------------	-------

ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.11
--------------------------------------	------

CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.04
--------------------------------------	------

(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	0.01
--	------

EDTA-2NaFe	12。
------------	-----

[0172] 标准营养液配方:

日本园试配方	mg/L
--------	------

Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	945
--	-----

KNO ₃	809
------------------	-----

NH ₄ H ₂ PO ₄	153
--	-----

MgSO ₄ ·7H ₂ O	493
--------------------------------------	-----

[0173] 霍兰德通用配方	mg/L
----------------	------

H ₃ BO ₃	2.86
--------------------------------	------

MnSO ₄ ·4H ₂ O	2.13
--------------------------------------	------

ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0.22
--------------------------------------	------

CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.08
--------------------------------------	------

(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	0.02
--	------

EDTA-2NaFe	24。
------------	-----

[0174] 2) 设置循环喷雾定时器的工作和间歇时间,白天为每喷施15min间歇15min,夜间

为每喷施5min间歇60min;本实施例定义6:00至18:00为白天,18:00至第二天6:00为夜间。

[0175] 5.定植

[0176] 1) 使用含12个直径为55mm的圆形定植孔的气雾栽培箱定植盖板与相配套的直径为58mm,厚15mm的植株固定器固定待移苗植株的根颈部,再塞入定植盖板上的定植孔内,由于樱桃萝卜果实在定植盖板下部,植株固定器的下围制成半球型,防止对樱桃萝卜果实的生长的影响;

[0177] 2) 向实验组气雾栽培箱定植盖板上移入生菜苗和樱桃萝卜苗,以生菜与樱桃萝卜2:1比例间作,同时向对照组气雾栽培箱全部移入生菜苗,作为对照,完成定植;

[0178] 3) 本实例所使用的气雾栽培箱的定植孔直径为55mm,植株固定器选择直径58mm、厚15mm;

[0179] 6.定期调节气雾栽培箱内营养液的pH值和电导率即EC值

[0180] 1) 将雷磁便携式多参数分析仪的电极探头插入待测营养液中,待读数稳定后直接读取营养液的pH值和EC值;

[0181] 2) 每天16:00~17:00测量气雾栽培箱内营养液的pH值和EC值,若pH值维持在5.8~6.2,若实验组EC值维持前期在900 μ S/cm~1100 μ S/cm,中期在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm,后期在900 μ S/cm~1100 μ S/cm,对照组EC值维持在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm,则无需进行调节;

[0182] 3) 若测得的气雾栽培箱内营养液的pH值小于5.8,则边滴加2mol/L氢氧化钠溶液,边测量营养液pH值,直至测量值在5.8~6.2范围内;若测得的气雾栽培箱内营养液的pH值大于6.2,则边滴加2mol/L硫酸溶液,边测量营养液pH值,直至测量值在5.8~6.2范围内;

[0183] 4) 若测得实验组的气雾栽培箱内营养液的EC值前期小于900 μ S/cm,中期小于1900 μ S/cm,后期小于900 μ S/cm时,则边添加营养液,边测量营养液EC值,直至测量值前期在900 μ S/cm~1100 μ S/cm,中期在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm,后期在900 μ S/cm~1100 μ S/cm范围内;若测得实验组气雾栽培箱内营养液的EC值前期大于1100 μ S/cm,中期大于2100 μ S/cm,后期大于1100 μ S/cm时,则边添加水,边测量营养液EC值,直至测量值前期在900 μ S/cm~1100 μ S/cm,中期在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm,后期在900 μ S/cm~1100 μ S/cm范围内;

[0184] 5) 若测得对照组的气雾栽培箱内营养液的EC值小于1900 μ S/cm,则边添加营养液,边测量营养液EC值,直至测量值在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm,若测得的对照组气雾栽培箱内营养液的EC值大于2100 μ S/cm,则边添加水,边测量营养液EC值,直至测量值在1900 μ S/cm~2100 μ S/cm。

[0185] 7.更换标准营养液

[0186] 1) 待生菜移苗10天后,更换标准营养液,先移除实验组气雾栽培箱中前期剩余的营养液,并用清水轻轻洗净根系残留营养液;

[0187] 2) 向每个实验组气雾栽培箱中移入10L的标准营养液,对照组不进行此操作。

[0188] 8.采收前一周更换低浓度营养液

[0189] 1) 生菜生长至采收前1周,更换低浓度的营养液,先移除实验组气雾栽培箱内中期剩余的营养液,并用清水轻轻洗净根系残留营养液;

[0190] 2) 向每个实验组气雾栽培箱中移入6L的1/2标准营养液,对照组不进行此操作。

[0191] 9.采收前1天对植株进行连续补光处理

[0192] 1) 白天利用自然光照,夜晚采用人工LED光源补光;

[0193] 2) 补光灯选择的是珀誉全光谱补光灯,夜晚光照强度为10000Lux,补光时间为每天晚上的18:00~第二天的早6:00;此过程对照组不进行此操作。

[0194] 10. 植株采收

[0195] 1) 待生菜和樱桃萝卜定植30天后,即可采收;

[0196] 2) 生菜采收定植盖板上部,萝卜采收定植盖板下部。

[0197] 本发明所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法的效果验证即生菜的产量指标和品质指标的检测,产量指标主要包括单株平均鲜重、平均干重、平均叶面积;品质指标主要包括硝酸盐含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量。

[0198] 于植株定植30天后,参照李合生主编的《植物生理生化实验原理和技术》测量了生菜单作对照组(模式一)、生菜和樱桃萝卜栽培管理模式,以2:1比例间作,分阶段供应不同浓度营养液、采收前连续补光处理实验组(模式二)两种模式下生菜的单株平均鲜重、平均干重、平均叶面积及生菜叶片硝酸盐含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量这些指标,结果如下:

[0199] 实施例1

[0200]

	单株鲜重 (g/株)	单株干重 (g/株)	叶面积 (mm ²)	硝酸盐含量 (μg/g)	可溶性糖 (%)	可溶性蛋白 (μg/g)
模式1	60.15	3.0204	15179.68	2959.21875	1.113%	3.5790
模式2	76.59	3.3955	17784.76	2167.03125	1.606%	4.6338

[0201] 实施例2

[0202]

	单株鲜重 (g/株)	单株干重 (g/株)	叶面积 (mm ²)	硝酸盐含量 (μg/g)	可溶性糖 (%)	可溶性蛋白 (μg/g)
模式1	21.39	1.1622	7208.92	3073.77049	0.4125%	2.6134
模式2	29.87	1.2840	9407.06	2317.82287	0.8563%	4.8533

[0203] 由上表可以看出,两种栽培模式下生菜的单株平均鲜重、平均干重、平均叶面积及叶片硝酸盐含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白含量差异显著,与此同时,相比模式一,模式二其叶片硝酸盐含量实施例1降低了26.77%,实施例2降低了24.29%,可溶性糖分别升高了30.697%和51.828%、可溶性蛋白含量分别升高了22.763%和46.152%,且从最优栽培管理模式(模式二)可以看出,采用本发明所述的一种提高生菜品质和产量的气雾培方法栽培的生菜具有良好的增产增收效益和环境适应能力,还可保证生菜的品质,可供人们安全放心的食用。

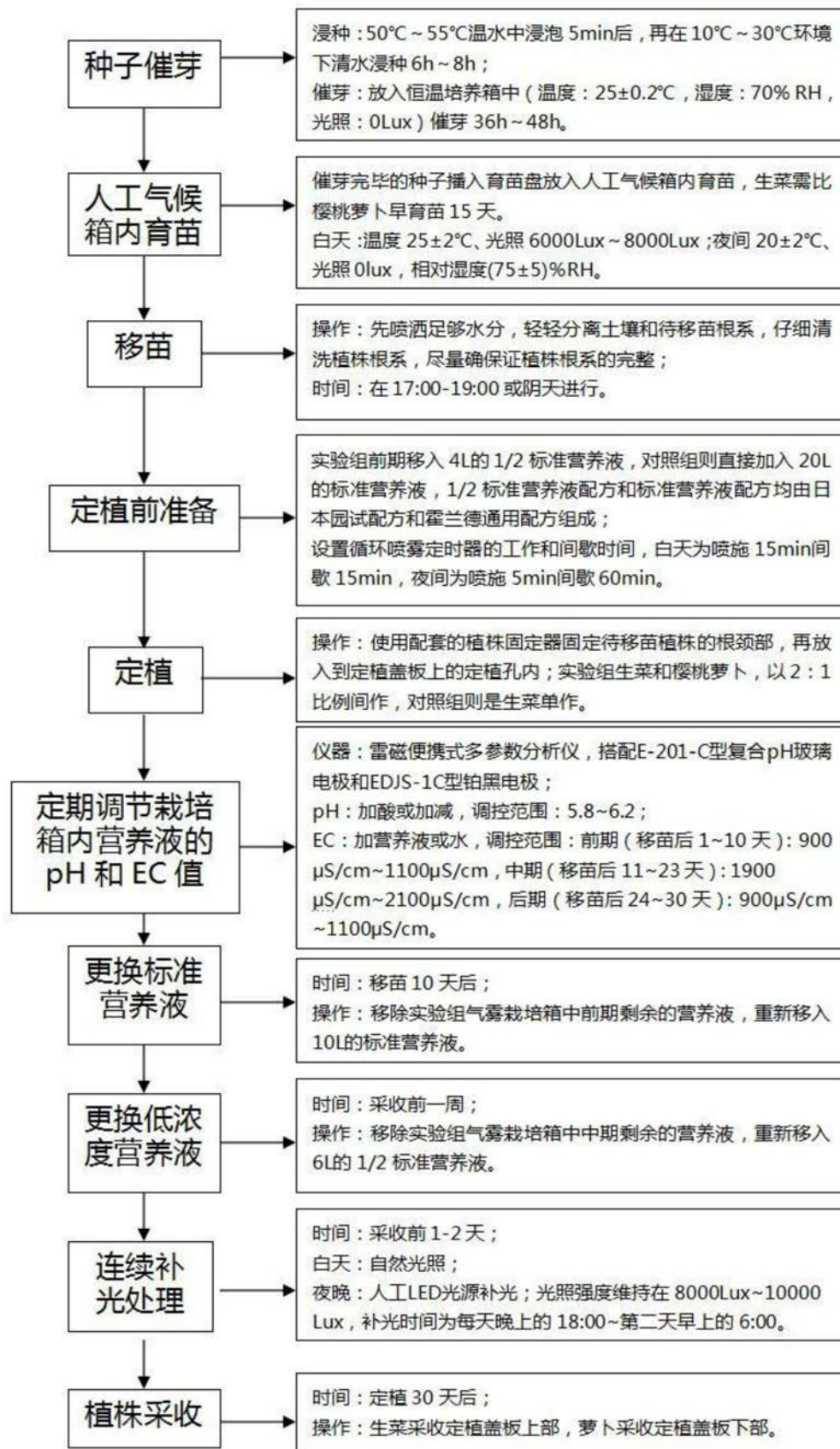


图1