



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112042522 A

(43) 申请公布日 2020. 12. 08

(21) 申请号 202011084553.1

(22) 申请日 2020.10.12

(71) 申请人 宁夏西吉县恒丰农业综合开发有限公司

地址 756299 宁夏回族自治区固原市西吉县吉强镇万崖村

(72) 发明人 何建栋 苏林富 杨小周 甄继军 张涛 陈彦云 何隆 何鑫 丁虎银 王伟

(74) 专利代理机构 宁夏合天律师事务所 64103 代理人 郭立宁

(51) Int. Cl. A01G 31/00 (2018.01) A01G 31/02 (2006.01) A01H 4/00 (2006.01)

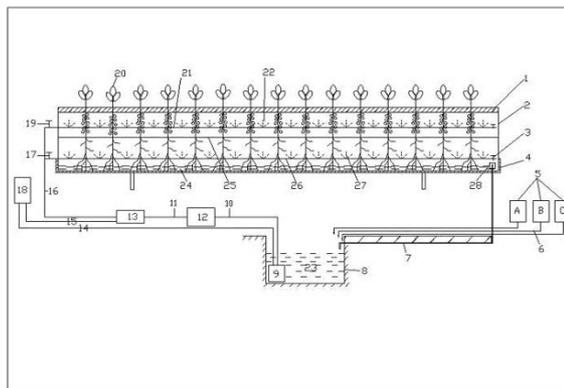
权利要求书5页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法及其栽培装置

(57) 摘要

马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法及其栽培装置,栽培法包括:基础苗培育、种苗定植和清水喷雾生根、低浓度营养液炼苗和正常营养液供给、营养液管理、根系生长管理、环境条件控制;栽培装置包括栽培板、栽培箱、喷雾装置、营养液储液池、营养液供给管道、营养液配制罐、盛液盘、压力泵、回流管道、过滤器、电磁阀、微电脑控制器。开启微电脑控制器,供给电源启动压力泵,压力泵将营养液经过过滤器电磁阀及营养液供给管道、营养液上阀门、上喷管、上喷头给定植苗木供给营养液。本发明将植株根系悬于栽培箱中,部分根系直接浸泡在营养液中,通过与雾培无土栽培技术的有机结合,为马铃薯原原种生长发育创造了良好环境条件。



1. 马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法,其特征在于,具体流程如下:

(一) 基础苗培育:1、苗木选择:苗木选用水培脱毒苗,将试管苗在水培室通过水培,当苗龄达到20~25天,最大叶长3.0~3.5cm,株高18~20cm,茎粗2~3mm,长势健壮的植株进行移栽定植;2、定植密度:植株定植于栽培板上,株距为10cm,行距采用宽窄行定植,宽行距22cm,窄行距14cm,平均株行距为10cm\*18cm;

(二) 苗木定植和清水喷雾生根:在遮阴的条件下进行苗木定植,定植的前2天采用60%—70%透光率的遮阳网遮阳。营养液池中加入足量清水,喷雾系统准备就绪:

1. 清洗基质:定植前将水培壮苗用清水轻轻将基质冲洗干净;

2. 生根粉蘸根:清洗好的苗子用生根粉30mg/kg,浸泡5min,做蘸根处理,促进幼苗快速生根;

3. 定植:将幼苗定植于栽培孔中,栽培孔大时,采用海绵固定,种苗外露5cm左右。箱体内存13—15cm,使根系顺畅;

4. 清水喷雾生根:每架苗床移栽定植满后,撒清水顺根,搭好保湿膜,开启喷雾装置,按时喷雾;

(三) 低浓度营养液炼苗和正常营养液供给:(1) 营养液的配方:

原原种雾培—深液流无土栽培营养液配置营养元素以MS营养液中所含的营养元素组分为依据,参考马铃薯的生物学特性及相关研究结果而定;大量元素以选用常规的生理酸性肥料为主,微量元素选用化学性试剂,通过实验总结出了全生育前期营养液,1号、2号营养液在定植后到第60天左右使用,60天以后换用3号、4号和5号营养液;

马铃薯原原种雾培——深液流无土栽培技术营养液配方

化合物		生根期 (1号营养液)	幼苗生长期 (2号营养液)	结薯初期 (3号营养液)	结薯中期 (4号营养液)	结薯后期 (5号营养液)
类别	名称	每升水中含有化合物的毫克数 (mg/L)				
A	四水硝酸钙	708	708	708	708	708
	硝酸钾	1014	2325	1818	1314.3	1314
	氯化铵	53.5	321	401	160.5	60
	硫酸钾				871.3	523
B	磷酸二氢氮	272	254	254	272	272
	七水硫酸镁	493	493	493	493	493
C	硫酸锰	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3
	硫酸锌	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
	硼酸	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
	碘化钾	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	钼酸钠	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	硫酸铜	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	氯化钼	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
D	EDTA二钠	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3
	硫酸亚铁	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8
合计		2643.83	4204.33	3777.33	3922.43	3473.33
配置时用 1/2 浓度						

## (2) 营养液的配制

营养液配置是确保在配置和使用时不会产生难溶性化合物的沉淀,均衡的营养液配方,正确的配制方法配制出来的工作营养液是不会有难溶性物质沉淀的;

(四) 营养液管理:马铃薯原原种在不同的生育时期,对营养液浓度的要求也不一样,苗期植株小,浓度可较低,生育盛期植株吸收量大,浓度应较高,开花之前为苗期,适宜的浓度为 $800\mu\text{s}/\text{cm}$ ,—— $1000\mu\text{s}/\text{cm}$ ,开花至结薯期适宜浓度为 $1000\mu\text{s}/\text{cm}$ ,—— $1500\mu\text{s}/\text{cm}$ ,结薯盛期适宜浓度 $1500\mu\text{s}/\text{cm}$ ,—— $2500\mu\text{s}/\text{cm}$ ;

在马铃薯生长期做到营养液EC和pH跟踪监测;通过定期测定营养的电导率EC值掌控营养浓度的变化;

(五) 根系生长管理:1、幼苗期管理:(1) 苗木定植后的1—2d内,日光温室内用自动喷雾系统进行叶面补水,以保持植株叶片湿润;(2) 清水炼苗,苗木定植后栽培箱内先用清水喷雾炼苗2—3天;(3) 低浓度营养液喷雾,清水喷雾后采用低浓度EC小于800—1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 的营养液喷雾,低浓度营养液喷雾炼苗5—7天;2、中后期营养液使用技术:(1) 定植后7—60天:使用前期营养液EC: $<1500\mu\text{s}/\text{cm}$ ;定植60天后:采用后期营养液,EC:1500—2500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ;3、植株生长管理:前期:当植株长到15—20cm时叶片达6片左右时,应下移植株,将地上茎下移到箱体内;下移时要把下部的叶片(大约2片)进行摘除;外露3—4片叶即可,下移8cm,一般下移3—4次,30cm左右;通过植株的下移和生长,使部分毛根要达到栽培箱营养槽中;后期:生长过程中要及时摘除下部枯黄老叶,加大通风,同时要搭架防止植株倒伏,避免病菌的传播及病害的发生;

(六) 环境条件控制:光照条件:当光照过强时通过拉盖遮阳网的方式遮阴,主要是在定植幼苗1周内的时间和夏季最热的时候进行,而在连续阴天光照不足时需及时补光;温度条件:温室内温度保持在18—24 $^{\circ}\text{C}$ ,通风条件有保障,夏季及时通风,保持室温正常。

2. 如权利要求1所述的马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法,其特征在于,所述的苗木培育,具体包括:

(1) 茎尖苗培养:

选择健康马铃薯,将顶芽或侧芽连同部分叶柄和茎段一起在70%酒精中处理30s,再用10%漂白粉溶液浸泡5—10min,然后用无菌水冲洗两三次;消毒好后置于10—40倍的双筒解剖镜下进行剥离,一手用镊子将茎芽按住,另一手用解剖针将幼叶和大的叶原基剥掉,直至露出圆亮的生长点,用解剖刀将带有一、两个叶原基的小茎尖切下,迅速接种到茎尖苗培养基上进行培养,培养温度25 $\pm$ 2 $^{\circ}\text{C}$ ,光照强度前4周是1000lx,4周后增加至2000—3000lx,每天光照16h,4—6周后长成幼苗,即茎尖苗;将茎尖苗进行病毒检测,无毒苗即可用于切段扩繁;

茎尖苗培养基的组成为:MS培养+1.5mg/L6-BA+0.1—0.5mg/LNAA+3mg/L青霉素+80mg/L次氯酸钠+15g/L蔗糖+3.5g/L琼脂,pH5.8;

(2) 切段扩繁:

从无毒苗上剪取带有一个叶子的茎段(切段)扦插到扩繁培养基上进行培养,25—28 $^{\circ}\text{C}$ ,在1000—1500lx的光照条件下连续照射,约25d左右即可长成3—5片叶子的小植株,即扩繁苗。扩繁培养基组成为:MS培养+1mg/L6-BA+0.3mg/L.NAA+3mg/L青霉素+80mg/L次氯酸钠+15g/L蔗糖+3.5g/L琼脂,pH5.8;

(3) 组织培养:

从扩繁苗上剪取带有一个叶子的茎段(切段)扦插到组织培养培养基上进行培养,18—20 $^{\circ}\text{C}$ ,光照强度3000—4000lx,光照时间每日16h左右,培养20—30d后挑选根茎粗壮、颜色健康的马铃薯种苗取出,剪去须根,洗去根上附着的培养基,用于移栽生产马铃薯原原种;

组织培养培养基组成为:MS+1mg/L6-BA+0.3mg/LNAA+3mg/L青霉素+80mg/L次氯酸钠+15g/L蔗糖,pH5.8。

3. 如权利要求1所述的马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法,其特征在于,所述的

营养液配置具体的配制方法为：在种植系统中放入所需配置营养液总体积约为60%—70%的清水溶液池中，然后称取钙盐及不与钙盐产生沉淀的各种化合物，即：A类的各种化合物放在一个容器中溶解后倒入溶液池中，开启水泵循环流动，然后再称取硫酸盐及不与硫酸盐产生沉淀的其他化合物，即B类的各种化合物放入另外一个容器中，溶解后用较大量清水稀释后缓慢地加入到溶液池中，开动水泵循环流动；再取两个容器分别称取铁盐和络合剂，如EDTA-2钠，置于其中，倒入清水溶液，此时铁盐和络合剂的浓度不能太高，为工作营养液中的浓度的1000—2000倍，然后将溶解了的铁盐溶液倒入装有络合剂的容器中，边加边搅拌；最后另取一些小容器，分别称取除了铁盐和络合剂之外的其他微量元素化合物置于其中，分别加入清水溶解后，缓慢倒入已混合了铁盐和络合剂的容器中，边加边搅拌，然后将已经溶解了所有微量元素化合物的溶液用较大量清水稀释后从种植系统的水源入口处缓慢倒入种植系统的贮液池中，开启水泵循环浓度至整个种植系统的营养液均匀为止。

4. 如权利要求1所述的马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法，其特征在于，所述的营养液管理中，营养液EC值应保持在1 500—2 500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ；营养液pH应控制在5.5—6.5。

5. 如权利要求1或4所述的马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法，其特征在于，所述的营养液管理中，通过定期测定营养的电导率EC值掌控营养浓度的变化，当营养液的总盐浓度下降到1/3—1/2剂量时就补充养分至原来的初始浓度。也可以确定了营养补充的下限之后，即原始营养液剂量的40%时，就补充原来初始浓度1个剂量的营养。

6. 如权利要求1或4所述的马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法，其特征在于，所述的营养液管理中，具体分为

(一) 幼苗期营养液管理技术：

(1) 苗木定植后的1—2d内，日光温室内用自动喷雾系统进行叶面补水，以保持植株叶片湿润。根据温室内的温湿度进行补水，但不能太勤，以免造成烂叶，一般保持温室内温度在22℃左右，湿度在75%。春季的补水时间在11:00左右，而夏季的补水时间在10:00左右；

(2) 清水炼苗，苗木定植后栽培箱内先用清水喷雾炼苗2—3天，8:00—10:00每喷液15s，停止供液10min；10:00—14:00每喷液15s，停止供液5min；14:00—18:00每喷液15s，停止供液10min；18:00至次日8:00每喷液15s，停止供液15min。春季定植的幼苗，随着温度的升高而加长喷雾时间、缩短间隔时间；秋季定植的幼苗，则随着温度的降低而缩短喷雾时间、增长间隔时间；

(3) 低浓度营养液喷雾，清水喷雾后采用低浓度EC小于800—1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 的营养液喷雾，低浓度营养液喷雾炼苗5—7天，喷雾时间及间隔期8:00—10:00每喷液20s，停止供液10min；10:00—14:00每喷液20s，停止供液5min；14:00—18:00每喷液20s，停止供液10min；18:00至次日8:00每喷液20s，停止供液15min，直至新根发出1cm左右；在春秋两季定植的幼苗新根的生长速度要低于夏季的生长速度，一般春秋两季大约在7—8天左右，夏季大约在4—5天左右；新根发出后，依据马铃薯苗子长势，不断提高浓度到2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，再到2500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ；

(二) 中后期营养液使用技术：

(1) 定植后7—60天：使用前期营养液EC： $<1500\mu\text{s}/\text{cm}$ ，PH：5.5—6.5，喷雾时间及间隔期为：08:00—10:00喷液30s，停止供液10min；10:00—14:00喷液30s，停止供液5min；14:00—18:00喷液30s，停止供液10min；18:00至次日08:00喷液30s，停止供液20min；

(2) 定植60天后:采用后期营养液,EC:1500—2500 $\mu$ s/cm,PH:5.5—6.5,喷雾时间及间隔时间为08:00—10:00喷液20s,停止供液20min;10:00—14:00喷液20s,停止供液10min;14:00—18:00止供液20min;18:00至次日08:00喷液20s,停止供液30min。

7. 马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培装置,其特征在于,包括栽培板(1)、栽培箱(2)、喷雾装置、营养液储液池(8)、营养液供给管道(16)、营养液配制罐(5)、盛液盘(4)、压力泵(9)、回流管道(6)、过滤器(12)、电磁阀(13)、微电脑控制器(18);栽培板(1)置于栽培箱(2)顶部,盛液盘(4)设置于栽培箱(2)底部,栽培箱(2)上部设置有营养液上喷管(21)及上喷头(22),栽培箱(2)下部设置有营养液下喷管(26)及下喷头(27),营养液上喷管(21)和营养液下喷管(26)汇总于营养液供给管道(16),通过电磁阀(13)、过滤器(12)到达营养液储液池(8),在营养液上喷管(21)上设置有控制流量的营养液上阀门(19),在营养液下喷管(26)上设置有控制流量的营养液下阀门(17),在营养液下喷管(26)和营养液上喷管(21)上均设置有排液阀门;营养液储液池(8)内设置有用于泵液的压力泵(9),营养液配制罐(5)通过管线将营养液送达营养液储液池(8);栽培箱(2)底部设置有液位控制器(28),液位控制器(28)通过管线连通储液池;微电脑控制器(18)通过电源线(14)和电磁阀信号线(15)与压力泵(9)电性连接。

8. 根据权利要求7所述的马铃薯原原种雾培法—深液流无土栽培装置,其特征在于,所述的栽培箱(2)箱体形成上层结薯区和下层根系生长区。

## 马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法及其栽培装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及农作物栽培方法技术领域,尤其涉及一种脱毒马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法及其栽培装置。

### 背景技术

[0002] 脱毒马铃薯原原种雾培生产是一项无土栽培技术。将脱毒苗定植在栽培板上,通过无土栽培箱,利用自动控制技术将营养液喷雾在根系上,营养液循环使用,生产出优质的脱毒马铃薯原原种。脱毒马铃薯苗在无土栽培箱中生长发育所需要的营养元素,通过人为的合理配制,满足其生长发育的需求。不同的配比,其脱毒苗的生长发育不同,结薯效率不同。目前虽有多种配方,但使用时存在着元素的用量配制比例不合理,导致结薯效率不尽理想的问题。

[0003] 近年来,国内外对马铃薯原原种气雾法生产技术中的雾培设施的改进、基质苗的选择、营养液的配方、浓度的配比、营养液供给等有关方面做了研究,但大多集中在相关单一因素等方面,有关马铃薯雾培法与深液流相结合的无土栽培技术尚未见报道。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的就是针对现有马铃薯原原种雾培无土栽培技术存在的缺陷,提供一种将原原种无土栽培中的雾培法生产技术与蔬菜无土栽培的深液流栽培技术相结合的一种马铃薯原原种雾培法—深液流无土栽培方法及其栽培装置。

[0005] 本发明的技术方案为:马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法及其栽培装置,所述的栽培法包括:基础苗培育、种苗定植和清水喷雾生根、低浓度营养液炼苗和正常营养液供给、营养液管理、根系生长管理、环境条件控制;具体流程如下:

[0006] (一)基础苗培育:1、苗木选择:苗木选用水培脱毒苗,将试管苗在水培室通过水培,当苗龄达到20~25天,最大叶长3.0~3.5cm,株高18~20cm,茎粗2~3mm,长势健壮的植株进行移栽定植;2、定植密度:植株定植于栽培板上,株距为10cm,行距采用宽窄行定植,宽行距22cm,窄行距14cm,平均株行距为10cm\*18cm;

[0007] (二)苗木定植和清水喷雾生根:在遮阴的条件下进行苗木定植,定植的前2天采用60%—70%透光率的遮阳网遮阳。营养液池中加入足量清水,喷雾系统准备就绪;

[0008] 1.清洗基质:定植前将水培壮苗用清水轻轻将基质冲洗干净;

[0009] 2.生根粉蘸根:清洗好的苗子用生根粉30mg/kg,浸泡5min,做蘸根处理,促进幼苗快速生根。

[0010] 3.定植:将幼苗定植于栽培孔中,栽培孔大时,采用海绵固定,种苗外露5cm左右。箱体内13—15cm,使根系顺畅;

[0011] 4.清水喷雾生根:每架苗床移栽定植满后,撒清水顺根,搭好保湿膜,开启喷雾装置,按时喷雾;

[0012] (三)低浓度营养液炼苗和正常营养液供给:(1)营养液的配方:

[0013] 原原种雾培法—深液流无土栽培营养液配置营养元素以MS营养液中所含的营养元素组分为依据,参考马铃薯的生物学特性及相关研究结果而定。大量元素以选用常规的生理酸性肥料为主,微量元素选用化学性试剂,通过实验总结出了全生育前期营养液,1号、2号营养液在定植后到第60天左右使用,60天以后换用3号、4号营养液;

[0014] 马铃薯原原种雾培——深液流无土栽培技术营养液配方

化合物		生根期 (1号营养液)	幼苗生长期 (2号营养液)	结薯初期 (3号营养液)	结薯中期 (4号营养液)	结薯后期 (5号营养液)
类别	名称	每升水中含有化合物的毫克数 (mg/L)				
A	四水硝酸钙	708	708	708	708	708
	硝酸钾	1014	2325	1818	1314.3	1314
	氯化铵	53.5	321	401	160.5	60
	硫酸钾				871.3	523
B	磷酸二氢氨	272	254	254	272	272
	七水硫酸镁	493	493	493	493	493
C	硫酸锰	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3
	硫酸锌	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
	硼酸	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
	碘化钾	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	钼酸钠	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	硫酸铜	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	氯化钼	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
D	EDTA二钠	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3
	硫酸亚铁	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8
合计		2643.83	4204.33	3777.33	3922.43	3473.33
配置时用 1/2 浓度						

[0016] (2) 营养液的配制

[0017] 营养液配置是确保在配置和使用不会产生难溶性化合物的沉淀,均衡的营养液配方,正确的配制方法配制出来的工作营养液是不会有难溶性物质沉淀的。

[0018] (四) 营养液管理: 马铃薯原种在不同的生育时期, 对营养液浓度的要求也不一样, 苗期植株小, 浓度可较低, 生育盛期植株吸收量大, 浓度应较高, 开花之前为苗期, 适宜的浓度为 $800\mu\text{s}/\text{cm}$ , —— $1000\mu\text{s}/\text{cm}$ , 开花至结薯期适宜浓度为 $1000\mu\text{s}/\text{cm}$ , —— $1500\mu\text{s}/\text{cm}$ , 结薯盛期适宜浓度 $1500\mu\text{s}/\text{cm}$ , —— $2500\mu\text{s}/\text{cm}$ 。

[0019] 在马铃薯生长期间做到营养液EC和pH跟踪监测; 通过定期测定营养的电导率EC值掌控营养浓度的变化;

[0020] (五) 根系生长管理: 1、幼苗期管理: (1) 苗木定植后的1—2d内, 日光温室内用自动喷雾系统进行叶面补水, 以保持植株叶片湿润; (2) 清水炼苗, 苗木定植后栽培箱内先用清水喷雾炼苗2—3天; (3) 低浓度营养液喷雾, 清水喷雾后采用低浓度EC小于 $800-1000\mu\text{s}/\text{cm}$ 的营养液喷雾, 低浓度营养液喷雾炼苗5—7天; 2、中后期营养液使用技术: (1) 定植后7—60天: 使用前期营养液EC:  $<1500\mu\text{s}/\text{cm}$ ; 定植60天后: 采用后期营养液, EC:  $1500-2500\mu\text{s}/\text{cm}$ ; 3、植株生长管理: 前期: 当植株长到15—20cm时叶片达6片左右时, 应下移植株, 将地上茎下移到箱体内; 下移时要把下部的叶片(大约2片)进行摘除; 外露3-4片叶即可, 下移8cm, 一般下移3-4次, 30cm左右; 通过植株的下移和生长, 使部分毛根要达到栽培箱营养槽中; 后期: 生长过程中要及时摘除下部枯黄老叶, 加大通风, 同时要搭架防止植株倒伏, 避免病菌的传播及病害的发生;

[0021] (六) 环境条件控制: 光照条件: 当光照过强时通过拉盖遮阳网的方式遮阴, 主要是在定植幼苗1周内的时间和夏季最热的时候进行, 而在连续阴天光照不足时需及时补光; 温度条件: 温室内温度保持在 $18-24^{\circ}\text{C}$ 。通风条件有保障, 夏季及时通风, 保持室温正常。

[0022] 马铃薯原种雾培法—深液流无土栽培装置, 包括栽培板、栽培箱、喷雾装置、营养液储液池、营养液供给管道、营养液配制罐、盛液盘、压力泵、回流管道、过滤器、电磁阀、微电脑控制器。制作马铃薯原种雾培法—深液流无土栽培箱体, 该箱体形成上层结薯区和下层根系生长区。将马铃薯脱毒苗经过水培技术培育成株高18-20厘米、茎粗2-3毫米的健壮苗木, 定植在固定的栽培板上, 开启微电脑控制器, 供给电源启动压力泵, 压力泵将营养液经过过滤器电磁阀及营养液供给管道、营养液上阀门、上喷管、上喷头给定植苗木供给营养液。

[0023] 当苗木生根后, 经过2-3次的茎秆下移, 根系通过根茎分离板下移到栽培箱下层, 开启栽培箱体下层喷雾系统, 即: 营养液下阀门、下喷管道、下喷头, 给下层根茎供给营养液。

[0024] 通过一定时间的培育, 部分根系已伸入盛液盘的下部营养液内。盛液盘内需保持一定的营养液界面, 界面由液位控制器来控制, 以克服突然停电压力泵停止工作造成的喷雾系统停止喷雾现象。

[0025] 盛液盘内多余的营养液通过液位控制器经排液管道回流到营养液池中。

[0026] 营养液配制罐内营养液由不同性质的化合物ABC组成, 分别溶解配制于营养液池中。

[0027] 营养液经微电脑控制器、电磁阀按生长需求间断供给。生长前期, 上层供给系统与下层供给系统同时开启供给, 结薯后分层供给, 采摘的前24小时, 关闭上层供给系统, 采摘后上层与下层供给系统同时供给。

[0028] 有益效果:

[0029] 本发明深液流无土栽培技术是将植株根系悬于栽培槽中,部分根系直接浸泡在营养液中,吸收水、矿质元素的无土栽培技术,通过与雾培法无土栽培技术的有机结合,为马铃薯原原种生长发育创造了良好的环境条件,使植株生长在通气良好、水肥供给充足环境条件下、同时管控方便,最大限度的挖掘了马铃薯原原种无土栽培的生产潜力。

### 附图说明

[0030] 图1为本发明栽培装置的结构示意图。

[0031] 图中:1.栽培板,2.栽培箱体,3.排液阀门,4.盛液盘,5.营养液配制罐,6.回流管道,7.排液管,8.储液池,9.压力泵,10.右压力表,11.左压力表,12.过滤器,13.电磁阀,14.电源线,15.电磁阀信号线,16.营养液供给管道,17.营养液下阀门,18.控制器,19.营养液上阀门,20.马铃薯苗木,21.上喷管,22.上喷头,23.营养液,24.盛液盘营养液,25.根茎分离板,26.下喷管,27.下喷头,28.液位控制器。

### 具体实施方式

[0032] 本发明的具体实施方式如下:

[0033] 马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培方法,实施步骤流程如下:

[0034] 一、主要设施设备配置及消毒

[0035] (一)设施要求:马铃薯原原种雾培法—深液流无土栽培技术最好在设施温棚中开展,以日光温室为基础设施生产时,其保温、通风、降温、隔离等主要设施要完好,便于操作;光、热、水、气环境因子便于控制,达到作物的生理需求。马铃薯原原种雾培法—深液流无土栽培技术设备详见后面的栽培装置说明。

[0036] (二)系统消毒:该生产系统的环境为无土无菌生产环境,生产设施在运行前必须严格消毒。

[0037] 1.生产环境消毒、我们选用日光温室作为生产设施

[0038] (1)温室地面:用0.5%的KMnO<sub>4</sub>溶液浇洒地面所有地方,或用0.4%甲醛(福尔马林)喷洒消毒。

[0039] (2)温室墙面:用多菌灵500倍液,喷施所有内墙墙面;

[0040] (3)温室空间:选用用百菌清烟剂或选用高锰酸钾加甲醛产生的烟雾剂熏蒸所有空间消毒。

[0041] 2.设施消毒

[0042] (1)栽培板:用0.5%的KMnO<sub>4</sub>溶液浸泡或刷洗;

[0043] (2)结薯箱及黑膜反光膜:用0.5%的KMnO<sub>4</sub>浸泡刷洗;

[0044] (3)营养池用0.5%的KMnO<sub>4</sub>溶液浸泡刷洗。新建的营养池注水后pH高达11,使用前先用清水浸泡2-3天抽掉反复2-3次,用稀硫酸或稀磷酸浸泡,使营养池注水后pH高达6.5-7.5,再消毒。

[0045] (4)上水、回水及供液系统:用水循环泵将0.5%的KMnO<sub>4</sub>消毒液在系统中循环消毒30分钟后排掉,并用清水冲洗干净。或用酸碱水对系统消毒,即酸碱水用电功能水发生器制备。先用酸水灭菌消毒,再用碱水中和,后用清水循环冲洗系统。

[0046] 二、马铃薯原原种雾培—深液流无土栽培技术。

[0047] (一) 基础苗培育: 1、苗木选择: 苗木选用水培脱毒苗, 将试管苗在水培室通过水培, 当苗龄达到20~25天, 最大叶长3.0~3.5cm, 株高18~20cm, 茎粗2~3mm, 长势健壮的植株进行移栽定植; 2、定植密度: 植株定植于栽培板上, 株距为10cm, 行距采用宽窄行定植, 宽行距22cm, 窄行距14cm, 平均株行距为10cm\*18cm。

[0048] 具体包括:

[0049] (1) 茎尖苗培养。

[0050] 选择健康马铃薯, 将顶芽或侧芽连同部分叶柄和茎段一起在70%酒精中处理30s, 再用10%漂白粉溶液浸泡5-10min, 然后用无菌水冲洗两三次。消毒好后置于10-40倍的双筒解剖镜下进行剥离, 一手用镊子将茎芽按住, 另一手用解剖针将幼叶和大的叶原基剥掉, 直至露出圆亮的生长点, 用解剖刀将带有一、两个叶原基的小茎尖切下, 迅速接种到茎尖苗培养基上进行培养, 培养温度(25±2)℃, 光照强度前4周是10001x, 4周后增加至2000-30001x, 每天光照16h, 4-6周后长成幼苗, 即茎尖苗。将茎尖苗进行病毒检测, 无毒苗即可用于切段扩繁;

[0051] 茎尖苗培养基的组成为: MS培养+1.5mg/L6-BA+0.1-0.5mg/LNAA+3mg/L青霉素+80mg/L次氯酸钠+15g/L蔗糖+3.5g/L琼脂, pH5.8

[0052] (2) 切段扩繁。

[0053] 从无毒苗上剪取带有一个叶子的茎段(切段)扦插到扩繁培养基上进行培养, 25~28℃, 在1000-15001x的光照条件下连续照射, 约25d左右即可长成3~5片叶子的小植株, 即扩繁苗。扩繁培养基组成为: MS培养+1mg/L6-BA+0.3mg/L.NAA+3mg/L青霉素+80mg/L次氯酸钠+15g/L蔗糖+3.5g/L琼脂, pH5.8

[0054] (3) 组织培养。

[0055] 从扩繁苗上剪取带有一个叶子的茎段(切段)扦插到组织培养培养基上进行培养, 18~20℃, 光照强度3000~4000x, 光照时间每日16h左右, 培养20-30d后挑选根茎粗壮、颜色健康的马铃薯种苗取出, 剪去须根, 洗去根上附着的培养基, 用于移栽生产马铃薯原原种。

[0056] 组织培养培养基组成为: MS+1mg/L6-BA+0.3mg/LNAA+3mg/L青霉素+80mg/L次氯酸钠+15g/L蔗糖, pH5.8。

[0057] (二) 苗木定植和清水喷雾生根: 在遮阴的条件下进行苗木定植, 定植的前2天采用60%—70%透光率的遮阳网遮阳。营养液池中加入足量清水, 喷雾系统准备就绪:

[0058] 1. 清洗基质: 定植前将水培壮苗用清水轻轻将基质冲洗干净;

[0059] 2. 生根粉蘸根: 清洗好的苗子用生根粉30mg/kg, 浸泡5min, 做蘸根处理, 促进幼苗快速生根。

[0060] 3. 定植: 将幼苗定植于栽培孔中, 栽培孔大时, 采用海绵固定, 种苗外露5cm左右。箱体内存13—15cm, 使根系顺畅;

[0061] 4. 清水喷雾生根: 每架苗床移栽定植满后, 撒清水顺根, 搭好保湿膜, 开启喷雾装置, 按时喷雾;

[0062] (三) 低浓度营养液炼苗和正常营养液供给: (1) 营养液的配方:

[0063] 原原种雾培法—深液流无土栽培营养液配置营养元素以MS营养液中所含的营养元素组分为依据, 参考马铃薯的生物学特性及相关研究结果而定。大量元素以选用常规的

生理酸性肥料为主,微量元素选用化学性试剂,通过实验总结出了全生育前期营养液,1号、2号营养液在定植后到第60天左右使用,60天以后换用3号、4号、5号营养液;

[0064] 马铃薯原原种雾培——深液流无土栽培技术营养液配方

化合物		生根期 (1号营养液)	幼苗生长期 (2号营养液)	结薯初期 (3号营养液)	结薯中期 (4号营养液)	结薯后期 (5号营养液)
类别	名称	每升水中含有化合物的毫克数 (mg/L)				
[0065]	A					
	四水硝酸钙	708	708	708	708	708
	硝酸钾	1014	2325	1818	1314.3	1314
	氯化铵	53.5	321	401	160.5	60
	硫酸钾				871.3	523
B	磷酸二氢氨	272	254	254	272	272
	七水硫酸镁	493	493	493	493	493
C	硫酸锰	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3
	硫酸锌	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
	硼酸	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
[0066]						
	碘化钾	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	钼酸钠	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	硫酸铜	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	氯化钼	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
	D					
	EDTA二钠	37.3	37.3	37.3	37.3	37.3
	硫酸亚铁	27.8	27.8	27.8	27.8	27.8
	合计	2643.83	4204.33	3777.33	3922.43	3473.33
	配置时用 1/2 浓度					

[0067] (2) 营养液的配制

[0068] 营养液配置是确保在配置和使用不会产生难溶性化合物的沉淀,均衡的营养液配方,正确的配制方法配制出来的工作营养液是不会有难溶性物质沉淀的。

[0069] 具体的配制方法为:在种植系统中放入所需配置营养液总体积约为60%—70%的清水溶液池中,然后称取钙盐及不与钙盐产生沉淀的各种化合物,即:A类的各种化合物放

在一个容器中溶解后倒入溶液池中,开启水泵循环流动,然后再称取硫酸盐及不与硫酸盐产生沉淀的其他化合物,即B类的各种化合物放入另外一个容器中,溶解后用较大清水稀释后缓慢地加入到溶液池中,开动水泵循环流动。再取两个容器分别称取铁盐和络合剂(如EDTA-2钠)置于其中,倒入清水溶液(此时铁盐和络合剂的浓度不能太高,大约为工作营养液中的浓度的1000—2000倍左右),然后将溶解了的铁盐溶液倒入装有络合剂的容器中,边加边搅拌。最后另取一些小容器,分别称取除了铁盐和络合剂之外的其他微量元素化合物置于其中,分别加入清水溶解后,缓慢倒入已混合了铁盐和络合剂的容器中,边加边搅拌,然后将已经溶解了所有微量元素化合物的溶液用较大清水稀释后从种植系统的水源入口处缓慢倒入种植系统的贮液池中,开启水泵循环浓度至整个种植系统的营养液均匀为止。

[0070] (四) 营养液管理:马铃薯原原种在不同的生育时期,对营养液浓度的要求也不一样,苗期植株小,浓度可较低,生育盛期植株吸收量大,浓度应较高,开花之前为苗期,适宜的浓度为 $800\mu\text{s}/\text{cm}$ ,—— $1000\mu\text{s}/\text{cm}$ ,开花至结薯期适宜浓度为 $1000\mu\text{s}/\text{cm}$ ,—— $1500\mu\text{s}/\text{cm}$ ,结薯盛期适宜浓度 $1500\mu\text{s}/\text{cm}$ ,—— $2500\mu\text{s}/\text{cm}$ 。

[0071] 在马铃薯生长期做到营养液EC和pH跟踪监测,正常情况每周进行3次测定。其中,营养液EC值应保持在 $1500—2500\mu\text{s}/\text{cm}$ 。营养液pH应控制在 $5.5—6.5$ 。pH大于7,会导致铁、锰、铜和锌等微量元素沉淀;pH小于5,会对钙离子产生拮抗,影响作物对钙的吸收。即PH偏大或偏小都会造成营养元素的有效性降低。北方硬水地区的水质pH较高,加之作物在栽培过程中,由于对营养液中阴阳离子的吸收程度不同,会导致营养液的pH发生变化,需要用酸调节使pH在 $5.5—6.5$ 之间。通常采用硝酸进行调节。

[0072] 营养液在运行使用过程中,由于水分的蒸发,水分、养分的作物吸收总盐分浓度会降低,通过定期测定营养的电导率EC值掌控营养浓度的变化,当营养液的总盐浓度下降到 $1/3—1/2$ 剂量时就补充养分至原来的初始浓度。也可以确定了营养补充的下限之后,即原始营养液剂量的40%时,就补充原来初始浓度1个剂量的营养。

[0073] 一般营养液通常15天更换补充一次,但在系统运行过程中要随时测定调节,保持规定之值。营养液应配备温度调节装置,即可加温,也可降温,以便保证液体温度。

[0074] 1. 幼苗期营养液管理技术

[0075] (1) 苗木定植后的1—2d内,日光温室内用自动喷雾系统进行叶面补水,以保持植株叶片湿润。根据温室内的温湿度进行补水,但不能太勤,以免造成烂叶,一般保持温室内温度在 $22^{\circ}\text{C}$ 左右,湿度在75%。春季的补水时间在11:00左右,而夏季的补水时间在10:00左右。

[0076] (2) 清水炼苗,苗木定植后栽培箱内先用清水喷雾炼苗2—3天,8:00—10:00每喷液15s,停止供液10min;10:00—14:00每喷液15s,停止供液5min;14:00—18:00每喷液15s,停止供液10min;18:00至次日8:00每喷液15s,停止供液15min。春季定植的幼苗,随着温度的升高而加长喷雾时间、缩短间隔时间;秋季定植的幼苗,则随着温度的降低而缩短喷雾时间、增长间隔时间。

[0077] (3) 低浓度营养液喷雾,清水喷雾后采用低浓度EC小于 $800—1000\mu\text{s}/\text{cm}$ 的营养液喷雾,低浓度营养液喷雾炼苗5—7天,喷雾时间及间隔期8:00—10:00每喷液20s,停止供液10min;10:00—14:00每喷液20s,停止供液5min;14:00—18:00每喷液20s,停止供液10min;

18:00至次日8:00每喷液20s,停止供液15min,直至新根发出1cm左右。在春秋两季定植的幼苗新根的生长速度要低于夏季的生长速度,一般春秋两季大约在7—8天左右,夏季大约在4—5天左右。新根发出后,依据马铃薯苗子长势,不断提高浓度到2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ,再到2500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 。

## [0078] 2. 中后期营养液使用技术

[0079] (1) 定植后7—60天:使用前期营养液EC: $<1500\mu\text{s}/\text{cm}$ ,PH:5.5—6.5,喷雾时间及间隔期为:08:00—10:00喷液30s,停止供液10min;10:00—14:00喷液30s,停止供液5min;14:00—18:00喷液30s,停止供液10min;18:00至次日08:00喷液30s,停止供液20min。

[0080] (2) 定植60天后:采用后期营养液,EC:1500—2500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ,PH:5.5—6.5,喷雾时间及间隔时间为08:00—10:00喷液20s,停止供液20min;10:00—14:00喷液20s,停止供液10min;14:00—18:00止供液20min;18:00至次日08:00喷液20s,停止供液30min。春季随着温度的升高加长喷雾时间而缩短间隔时间,而秋季随着温度的降低缩短喷雾时间和增长间隔时间。如果遇到阴天下雨等需要及时降低喷雾频率来满足马铃薯生长发育的需求。总之,在马铃薯整个生育期中应根据光照、温度以及马铃薯的生育阶段及时调节供液时间,以能够保证植株正常生长为前提。

[0081] (五) 根系生长管理:1、幼苗期管理:(1) 苗木定植后的1—2d内,日光温室内用自动喷雾系统进行叶面补水,以保持植株叶片湿润;(2) 清水炼苗,苗木定植后栽培箱内先用清水喷雾炼苗2—3天;(3) 低浓度营养液喷雾,清水喷雾后采用低浓度EC小于800—1000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 的营养液喷雾,低浓度营养液喷雾炼苗5—7天;2、中后期营养液使用技术:(1) 定植后7—60天:使用前期营养液EC: $<1500\mu\text{s}/\text{cm}$ ;定植60天后:采用后期营养液,EC:1500—2500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ;

[0082] 3、植株生长管理:前期:当植株长到15—20cm时叶片达6片左右时,应下移植株,将地上茎下移到箱体内;下移时要把下部的叶片(大约2片)进行摘除;外露3—4片叶即可,下移8cm,一般下移3—4次,30cm左右;通过植株的下移和生长,使部分毛根要达到栽培箱营养槽中;后期:生长过程中要及时摘除下部枯黄老叶,加大通风,同时要搭架防止植株倒伏,避免病菌的传播及病害的发生;

[0083] (六) 环境条件控制:光照条件:当光照过强时通过拉盖遮阳网的方式遮阴,主要是在定植幼苗1周内的时间和夏季最热的时候进行,而在连续阴天光照不足时需及时补光;温度条件:温室内温度保持在18—24 $^{\circ}\text{C}$ 。通风条件有保障,夏季及时通风,保持室温正常。

## [0084] (七) 病虫害防治

[0085] (1) 早疫病:发病前和初期可选择代森锰锌、丙森锌保护性药剂进行预防,7—10天1次,连续2—3次,发病后期,可选择具有内吸、治疗作用的药剂进行防治,可选药剂有:50%异菌脲可湿性粉剂80—100克/亩,或30%醚菌酯悬浮剂40—60克/亩、或10%苯醚甲环唑水分散粒剂8—100克/亩、或50%啶酰菌胺水分散粒剂20—30克/亩,兑水45公斤进行喷雾防治,7—10天1次,轮换用药,连续防治2—3次。

[0086] (2) 晚疫病:晚疫病中心病株出现前开始喷洒代森锰锌、丙森锌等保护性药剂进行预防,7—10天1次,连续2—3次。棚内出现发病中心后要及时采用58%甲霜锰锌可湿性粉剂70克/亩、2.5%醚菌酯悬浮剂15克/亩、18.7%稀酰·吡唑脂水分散粒剂80克/亩、1000亿芽孢/可枯草芽孢杆菌15克/亩兑水45Kg喷雾防治,或可用杜邦克露600—800倍液等具有内吸性作用的药剂防治,7—10天1次,轮换用药,连续防治2—3次。

[0087] 如图1所示,马铃薯原原种雾培法—深液流无土栽培装置,包括栽培板1、栽培箱2、喷雾装置、营养液储液池8、营养液供给管道16、营养液配制罐5、盛液盘4、压力泵9、回流管道6、过滤器12、电磁阀13、微电脑控制器18。栽培板1置于栽培箱2顶部,盛液盘4设置于栽培箱2底部,栽培箱2上部设置有营养液上喷管21及上喷头22,栽培箱2下部设置有营养液下喷管26及下喷头27,营养液上喷管21和营养液下喷管26汇总于营养液供给管道16,通过电磁阀13、过滤器12到达营养液储液池8,在营养液上喷管21上设置有控制流量的营养液上阀门19,在营养液下喷管26上设置有控制流量的营养液下阀门17,在营养液下喷管26和营养液上喷管21上均设置有排液阀门;营养液储液池8内设置有用于泵液的压力泵9,营养液配制罐5通过管线将营养液送达营养液储液池8;栽培箱2底部设置有液位控制器28,液位控制器28通过管线连通储液池;微电脑控制器18通过电源线14和电磁阀信号线15与压力泵9电性连接。栽培箱2箱体形成上层结薯区和下层根系生长区。

[0088] 将马铃薯脱毒苗经过水培技术培育成株高18-20厘米、茎粗2-3毫米的健壮苗木,定植在固定的栽培板1上,开启微电脑控制器18,供给电源,启动压力泵9,压力泵9将营养液23经过过滤器12电磁阀13及营养液供给管道16营养液上阀门19、上喷管21、上喷头22给定植苗木20供给营养液23。

[0089] 当苗木生根后,经过2-3次的茎秆下移,根系通过根茎分离板25下移到栽培箱下层,开启栽培箱体下层喷雾装置系统,即:营养液下阀门17、下喷管道26、下喷头27,给下层根茎供给营养液。

[0090] 通过一定时间的培育,部分根系已伸入盛液盘4的下部营养液24内。盛液盘4内需保持一定的营养液界面,界面由液位控制器28来控制,以克服突然停电压力泵停止工作造成的喷雾系统停止喷雾现象。

[0091] 盛液盘4内多余的营养液通过液位控制器28经排液管道7回流到营养液储液池23中。

[0092] 营养液配制罐5内营养液由不同性质的化合物ABC组成,分别溶解配制于营养液储液池23中。

[0093] 营养液经微电脑控制器18、电磁阀13按生长需求间断供给。生长前期,上层供给系统与下层供给系统同时开启供给,结薯后分层供给,采摘的前24小时,关闭上层供给系统,采摘后上层与下层供给系统同时供给。

[0094] 以上所揭露的仅为本发明较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分流程,并依本发明权利要求所作的结构等同替换,仍属于本发明所涵盖的范围。

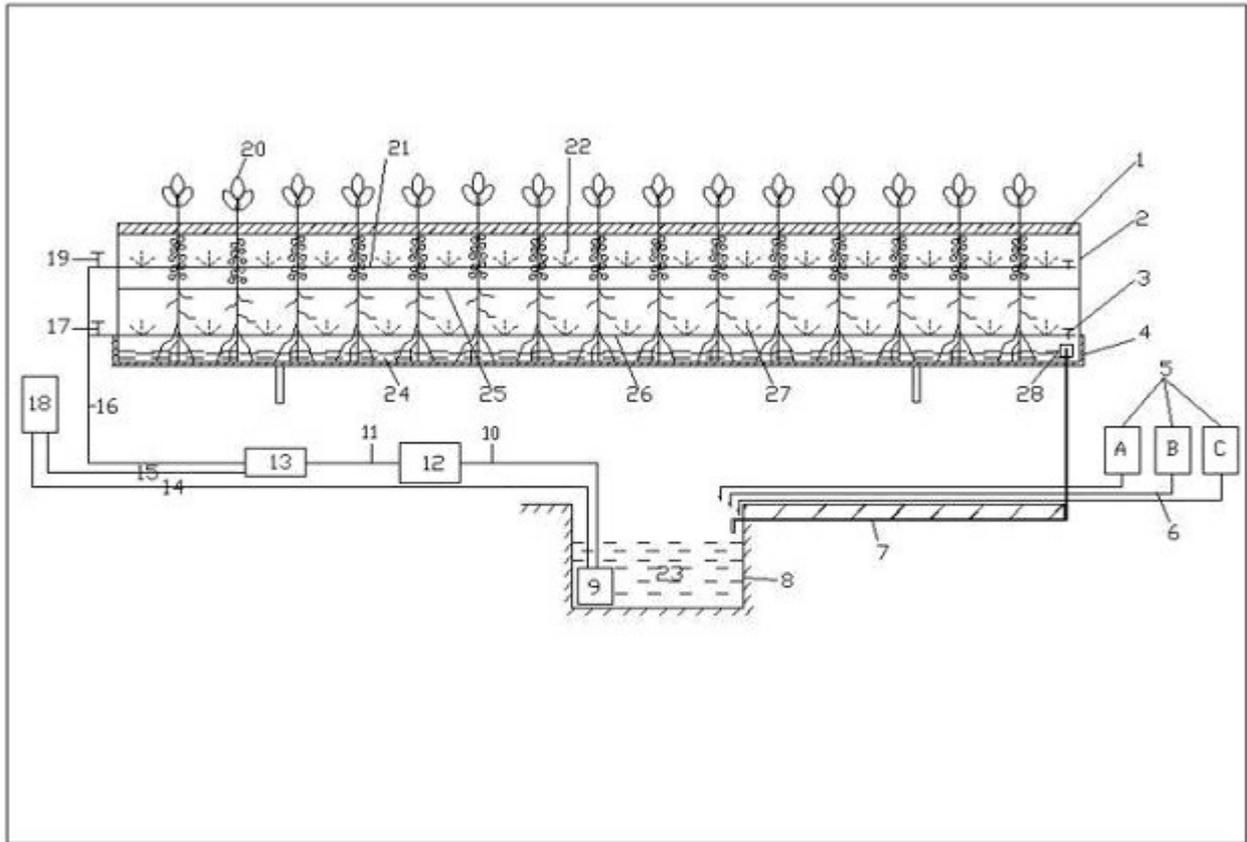


图1