



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116008196 B

(45) 授权公告日 2023.06.02

(21) 申请号 202310265919.2  
 (22) 申请日 2023.03.20  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 116008196 A  
 (43) 申请公布日 2023.04.25  
 (73) 专利权人 中国科学院昆明植物研究所  
 地址 650201 云南省昆明市盘龙区茨坝街  
 道蓝黑路132号  
 (72) 发明人 李爱荣 陈秋平 李云驹  
 (74) 专利代理机构 北京隆达恒晟知识产权代理  
 有限公司 11899  
 专利代理师 李中强  
 (51) Int. Cl.  
 G01N 21/25 (2006.01)  
 G01N 1/28 (2006.01)  
 G01N 1/30 (2006.01)  
 (56) 对比文件  
 CN 103571789 A, 2014.02.12  
 CN 111504967 A, 2020.08.07  
 CN 111771451 A, 2020.10.16  
 CN 111990106 A, 2020.11.27  
 CN 112136689 A, 2020.12.29

CN 114287300 A, 2022.04.08  
 CN 114402938 A, 2022.04.29  
 CN 114946512 A, 2022.08.30  
 FR 3070826 A1, 2019.03.15  
 IN 2008DELNP10588 A1, 2009.05.29  
 US 2003188341 A1, 2003.10.02  
 US 2009165172 A1, 2009.06.25  
 US 2012309046 A1, 2012.12.06  
 US 2023078617 A1, 2023.03.16  
 US 6734973 B1, 2004.05.11  
 CN 115316252 A, 2022.11.11  
 X. Vitart et al.. A general survey of  
 the potential and the main issues  
 associated with the sulfureiodine  
 thermochemical cycle for hydrogen  
 production using nuclear heat.《Progress  
 in Nuclear Energy》. 2008, 第50卷第402-410  
 页. (续)

审查员 李佩

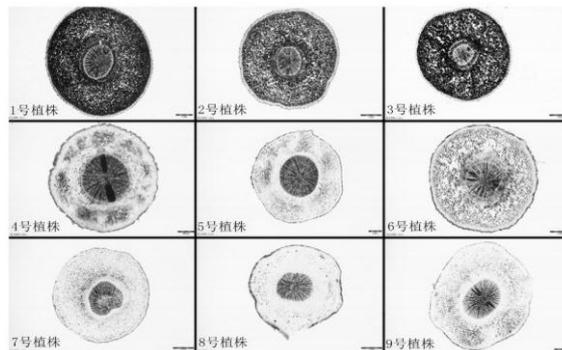
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称  
 一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法, 涉及植物育苗和栽培技术领域, 旨在解决蒜头果造林选苗过程中缺乏便捷可靠的幼苗活力检测方法的问题。本发明在充分了解蒜头果幼苗不同部位中淀粉含量变化与植株养分状态和移栽成活率关系的基础上, 利用组织染色法使侧根淀粉着色, 通过着色程度判断淀粉含量水平, 进而评估幼苗生理状态, 实现蒜头果幼苗活力的快速微创检测。该方法可在蒜头果幼苗表现出明显生长衰退现象前快速检测其活力水平, 且对幼苗损伤有限, 活力检测后不影响栽培造林

使用, 在选育蒜头果壮苗、提升造林效率方面具有重要应用前景。



CN 116008196 B

[接上页]

**(56) 对比文件**

Lesly Samedi et al.,.Viability of 4 Probiotic Bacteria Microencapsulated with Arrowroot Starch in the Simulated Gastrointestinal Tract (GIT) and Yoghurt.

《Foods》.2019,第8卷(第175期),第1-14页.

张翔飞 等.几种不同巴旦木花粉生活力及柱头可授性比较分析.《新疆农业科学》.2020,第57卷(第8期),第1450-1456页.

1. 一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法,其特征在於:包括如下步骤:

(1) 检测材料的采集:距离主根1-2 cm处剪切采集侧根;

(2) 材料处理及切片:将采集的侧根在清水中洗涤干净,沿侧根切口进行切片,切片厚度为10-40  $\mu\text{m}$ ;

(3) 组织染色观察:将切片放置于浓度为0.51 mol/L的碘-碘化钾染液中染色25-30 min,随后于清水中洗涤脱色1 min,置于甘油或清水中,在放大设备下观察侧根皮层着蓝黑色的深浅程度;

(4) 幼苗活力评估:根据侧根皮层染色的着色深浅判断幼苗活力的高低,皮层着色越深且越接近蓝黑色,幼苗活力越强。

2. 根据权利要求1所述的一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法,其特征在於:步骤(1)中,距离主根1-2 cm处采集的侧根长度为0.5-1 cm,侧根为无病虫危害且未遭遇过机械损伤的侧根。

3. 根据权利要求1所述的一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法,其特征在於:步骤(2)中,切片时沿垂直于根长的方向对侧根进行横切,切口平滑。

4. 根据权利要求3所述的一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法,其特征在於:步骤(3)中,切片经染色脱色后在1h内完成观察。

5. 根据权利要求3或4所述的一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法,其特征在於:步骤(3)中,放大设备的放大倍数大于或等于50倍。

6. 根据权利要求1所述的一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法,其特征在於:步骤(3)中,碘-碘化钾染液的配制方法为:将24 g碘化钾溶于15 mL蒸馏水或自来水,然后加入1 g碘,溶解后用蒸馏水或自来水定容至300 mL。

7. 根据权利要求1或6所述的一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法,其特征在於:步骤(3)中,碘-碘化钾染液需要现用现配,并注意放在棕色玻璃瓶内避光保存。

8. 根据权利要求1所述的一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法,其特征在於:步骤(3)中,用于洗涤脱色的清水为不可有肉眼可见杂质的蒸馏水或自来水。

## 一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于植物育苗和栽培技术领域,具体的说,涉及一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法。

### 背景技术

[0002] 蒜头果(*Malania oleifera*)为铁青树科(Olacaceae)蒜头果属(*Malania*)常绿乔木,是我国西南特有的珍贵油料植物和富含神经酸的珍稀资源植物。在蒜头果的栽培造林过程中,将蒜头果种子播种后进行幼苗移栽是一种常用的造林模式。然而,由于蒜头果具有根部半寄生特性,在没有寄主植物存在的条件下,蒜头果幼苗在苗圃里逐渐消耗种子中贮藏的养分,但自身却无法吸收和合成足够的养分供自身生长。随着独立生长时间的延长或环境胁迫的加剧,种子储存的养分消耗严重,蒜头果幼苗逐渐衰退、最终死亡。根据前期的种植经验,这类严重衰退的蒜头果幼苗移栽后即使追施肥料或配植优良寄主也无法恢复正常生长,移栽成活率极低,从而造成重大经济和人力损失。如何在幼苗表现出生长衰退现象之前,简便快捷地筛选壮苗,避免使用衰退幼苗造林导致土地资源、人力、物力等浪费,是蒜头果栽培造林过程中急需解决的一个难题。

### 发明内容

[0003] 为解决蒜头果幼苗活力检测中存在的技术问题,本发明申请提供一种可以快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法。本方法通过分析蒜头果幼苗不同部位中淀粉含量变化与蒜头果所受养分胁迫程度的关联,对比找出能根据淀粉含量准确判断蒜头果幼苗生理状态、预测幼苗发根能力的采样部位,选择对幼苗损害最小的侧根部位采样,根据淀粉遇碘变蓝原理利用组织染色法使淀粉着色,通过着色程度判断淀粉含量水平,进而评估幼苗生理状态和生根潜力,实现蒜头果幼苗活力的快速微创检测。

[0004] 为实现上述目的,本发明是通过如下技术方案实现的:

[0005] 本发明提供了一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的方法,利用蒜头果幼苗特定部位淀粉含量水平与幼苗活力呈正比的特点,通过组织染色法对幼苗侧根进行取样分析,评估组织淀粉含量水平,达到快速检测幼苗活力的目的;具体包括如下步骤:

[0006] (1) 检测材料的采集:沿待测幼苗茎基部扒开土面,使局部根系暴露,距离主根1-2 cm处剪切采集一段侧根。距离主根1-2 cm剪切侧根,主要是避免离主根太近损伤主根,或因剪根后切口部位失水较多引起局部萎缩影响主根生长;但距离主根太远,侧根变细,不方便做切片,切出来的横截面较小,也不容易观察根皮层的染色情况。

[0007] (2) 材料处理及切片:将采集的侧根在清水中洗涤干净,沿侧根切口进行切片,切片厚度为10-40  $\mu\text{m}$ 。在合理范围内,切片越薄,染色越快。实验室借助切片工具切片的厚度一般可达10  $\mu\text{m}$ ,但不借助工具的徒手切片厚度一般在20-40  $\mu\text{m}$ 。10-40  $\mu\text{m}$ 厚度范围内的切片都可以按照我们的染色和观察步骤实现良好的染色和脱色效果。换言之,这个厚度在保证效果的前提下基本是徒手切片或实验室切片都可以实现的范围。

[0008] (3)组织染色观察:将切片放置于浓度为0.51 mol/L碘-碘化钾染液中染色25-30 min,随后于清水中洗涤脱色1 min,置于甘油或清水中,在放大设备下观察侧根皮层着蓝黑色的深浅程度。

[0009] 染色时间低于25分钟时脱色后颜色较淡,25-30分钟时着色比较稳定,超过30分钟后延长染色时间(我们测定了染色30min、1h15min、2h15min、4h15min、15h后的效果),并不会对着色造成明显影响。考虑到本方法的便捷快速,以25-30分钟为宜。

[0010] (4)幼苗活力评估:根据侧根皮层染色的着色深浅判断幼苗活力的高低,皮层着色越深且越接近蓝黑色,幼苗活力越强。

[0011] 进一步优选,步骤(1)中,距离主根1-2 cm处采集的侧根长度为0.5-1 cm,侧根为无病虫害危害且未遭遇过机械损伤的侧根。

[0012] 进一步优选,步骤(2)中,切片时沿垂直于根长的方向对侧根进行横切,切口平滑。平行于侧根根长方向进行纵向切片也可实现本发明的目的,但需专业人员操作,对于非专业人员来说难度远大于横切,很容易切斜、厚薄不匀,影响评估效果,因此优选沿垂直于根长的方向对侧根进行横切,徒手就可制作切片,同时可保证切口平滑,减少因切口粗糙造成的染色干扰,进而便于观察。

[0013] 进一步优选,步骤(3)中,切片经染色脱色后应在1 h内完成观察。根据我们的研究结果表明,脱色后1 h内观察的结果都比较清晰,但时间过长,颜色会有消退,隔夜观察的话颜色消退严重,不适合用于评估幼苗活力。染色试验一般都要求尽快观察,放置时间过长会影响观察结果。此外,该方法的特点及要求就是便捷快速,应用过程中更是讲求在最短时间内完成评估,因此本方法样品染色并脱色后最长的有效保存时间优选为1 h。

[0014] 进一步优选,步骤(3)中,放大设备的放大倍数大于或等于50倍。50倍及以上的放大倍数能够清晰辨别较细(直径2 mm左右的细根)的侧根皮层中的着色情况。

[0015] 进一步优选,步骤(3)中,碘-碘化钾染液的配制方法为:将24 g碘化钾溶于15 mL蒸馏水或自来水,然后加入1 g碘,溶解后用蒸馏水或自来水定容至300 mL。

[0016] 进一步优选,步骤(3)中,碘-碘化钾染液需要现用现配,并注意放在棕色玻璃瓶内避光保存。

[0017] 进一步优选,步骤(3)中,用于洗涤脱色的清水为不可有肉眼可见杂质的蒸馏水或自来水。

[0018] 养分是影响植物生长发育最重要的因素之一。植株的矿质养分吸收利用效率和有机养分同化能力及储备水平与植物生长发育紧密相关。蒜头果种子硕大,储存有丰富的营养物质,可为种子萌发和幼苗建成初期提供必需的能量和养料。在没有和寄主建立寄生关系之前,蒜头果幼苗的养分组成包括种子储存的养分以及自身吸收合成的养分两部分。由于种子转移的养分含量是一定的,幼苗生长一段时间后,组织养分含量变化主要受幼苗吸收合成养分总量与生长发育消耗量的影响。因此,对植株各部分器官进行养分含量测定可以判断植株的养分收支情况,进而推断植株的活力水平和生长状态。解析蒜头果幼苗养分含量变化与植株活力水平的关系,对寻找一种快捷的方式及早判断蒜头果幼苗的植株生长状态具有积极意义。

[0019] 淀粉是植物重要的储能碳水化合物,除了为植株生长提供能量,其在植物体内的分布和含量还参与植物响应生物及非生物胁迫。我们的研究结果表明,蒜头果低龄幼苗的

多个部位均含有大量淀粉,但不同部位淀粉含量随植株所受养分胁迫程度的不同而有较大变化;淀粉含量变化可以反映蒜头果幼苗养分的收支状况和幼苗的发根潜力,进而影响移栽后幼苗的生长表现。相对于其它需要借助专业分析仪器才能测定的养分指标,淀粉含量的检测比较便捷,可以在较短时间内通过组织染色的方法快速评估,相关方法更易于在生产中推广应用。由此来看,探讨蒜头果幼苗不同部位中淀粉含量变化与蒜头果所受养分胁迫程度的关联,并找出能根据淀粉含量准确判断蒜头果幼苗生理状态、预测幼苗发根能力的采样部位,将有望建立一种准确快捷评估蒜头果幼苗质量、筛选优质造林用苗的方法。

[0020] 本发明的有益效果:

[0021] 本发明可在蒜头果大规模育苗造林过程中,仅通过对幼苗侧根进行简易的淀粉染色观察即可在半小时左右快速判断植株的活力水平,在幼苗表现出生长衰退现象之前简便快捷地筛选壮苗,避免使用衰退幼苗造林导致土地资源、人力、物力等方面的浪费。

### 附图说明

[0022] 图1是蒜头果幼苗1-9号植株的组织切片染色结果。

[0023] 图2是两株活力不同的蒜头果幼苗不同切片厚度的切片染色结果。

[0024] 图3是不同染色和脱色时间下对两株活力不同的蒜头果幼苗切片的观察结果。

[0025] 图4是对一株高活力蒜头果幼苗切片延长染色时间的观察结果。

[0026] 图5是用于比较采样部位对利用淀粉含量评估蒜头果幼苗活力影响的组织切片染色结果,图中1-3、4-6、7-9号植株分别为活力很高、活力中等和活力很低的蒜头果幼苗;A-E代表分别代表不同的取样部位:A为茎, B为茎根交界处,C为根顶端膨大处,D为主根中段, E为侧根上距离主根1 cm处。

### 实施方式

[0027] 下面将更详细地描述本发明申请的可选实施方式。虽然具体实施例中给出了本发明申请的可选实施方式,然而应该理解,可以以各种形式实现本发明申请而不应被这里阐述的实施方式所限制。相反,提供这些实施方式是为了使本发明申请更加透彻和完整,并且能够将本发明申请的范围完整地传达给本领域的技术人员。

[0028] 在本发明申请使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的,而非旨在限制本发明申请。在本发明申请和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式,除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解,本文中使用的术语“和/或”是指并包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

[0029] 为更清楚起见,下边以温室栽培的蒜头果幼苗为例,对本发明实施例中的技术方案进行详细描述。需要指出的是,这里所描述的细节仅为本发明的部分实施例。基于本发明的实施例,任何人在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,均属本发明的保护范围。

[0030] 本试验所用的蒜头果幼苗均为实生苗,种子采自云南省广南县的野生蒜头果成年植株。种子萌发后于昆明植物研究所玻璃温室(25°08′22″E,102°44′23″N,海拔:1990 m)栽培,幼苗出土后每周施加1次Long Ashton标准营养液,按需浇水。在苗圃中随机选择一批(共200株)幼苗进行评估。具体步骤如下:

[0031] (1)检测材料的选取:沿待测幼苗茎基部小心扒开栽培基质,使局部根系暴露,用枝剪在距离主根1-2cm处采集一段侧根;

[0032] (2)材料处理及切片:将取得的侧根在清水中冲洗干净,用便携式滑动切片机沿垂直于根长的方向对侧根进行横切,制成厚度为10  $\mu\text{m}$ 的切片;

[0033] (3)组织染色观察:将切片放在碘-碘化钾染液中染色30 min,随后于蒸馏水中洗涤脱色1 min,再将切片置于甘油中,用体式显微镜(型号:OlympusSZX7,产地:日本)在56X的放大倍数下观察,根据侧根皮层着蓝黑色的深浅程度,判断淀粉含量水平;在配制碘-碘化钾染液时,将24 g碘化钾溶于15 mL蒸馏水,然后加入1 g碘,溶解后用蒸馏水定容至300 mL;

[0034] (4)幼苗活力评估:幼苗活力与侧根皮层染色深浅呈正比,根据侧根皮层染色的深浅判断幼苗活力的高低,皮层着色越深且越接近蓝黑色,幼苗根部淀粉含量较高,幼苗活力越强;着色较浅的幼苗活力较低;着色不明显或未着色、皮层淀粉粒降解严重的幼苗活力有限,移栽成活率极低,不宜作为造林用苗。

[0035] 试验结果:

[0036] 按照对侧根的组织切片染色后根皮层的着色程度,将该批次随机检测的幼苗植株分成三大类:重度着色幼苗(活力很高)、中度着色幼苗(活力中等)和轻度着色幼苗(活力很低),详见表1。

表 1 根据着色程度对蒜头果植株的分类结果

	着色程度	幼苗活力评估	该分类植株数量(株)
[0037]	重度着色幼苗	活力很高	104
	中度着色幼苗	活力中等	57
	轻度着色幼苗	活力很低	39

[0038] 从每个着色程度的幼苗中随机取3株进行显微拍照记录(编号1-9号),以展示幼苗分级效果,结果如图1所示。其中,1-3号为重度着色幼苗,4-6号为中度着色幼苗,7-9号为轻度着色幼苗。

[0039] 本试验所用的蒜头果幼苗均为实生苗,种子采自云南省广南县的野生蒜头果成年植株。种子萌发后于昆明植物研究所玻璃温室(25°08'22"E,102°44'23"N,海拔:1990 m)栽培。试验植株分别选取较高活力幼苗和较低活力幼苗。本实施例中的其他操作步骤与实施例1相同,不同的是步骤(2)材料处理及切片中的切片厚度,设置切片厚度分别为10  $\mu\text{m}$ 、30  $\mu\text{m}$ 和40  $\mu\text{m}$ 的3个实例。

[0040] 结果显示,切片在10-40  $\mu\text{m}$ 厚度范围内,都可以按照我们的染色和观察步骤实现良好的染色和脱色效果,能够区分出幼苗的活力程度差异(图2)。在合理范围内,切片越薄,区分度越明显。实验室借助切片工具切片的厚度一般可达10  $\mu\text{m}$ ,但不借助工具的徒手切片厚度一般在20-40  $\mu\text{m}$ 。换言之,这个厚度在保证效果的前提下基本是徒手切片或实验室切片都可以实现的范围。

[0041] 本试验所用的蒜头果幼苗均为实生苗,种子采自云南省广南县的野生蒜头果成年植株。种子萌发后于昆明植物研究所玻璃温室(25°08'22"E,102°44'23"N,海拔:1990 m)栽培。试验植株分别选取1株较高活力幼苗和1株较低活力幼苗。

[0042] 本实施例中的其他操作步骤与实施例1相同,不同的是步骤(3)中碘-碘化钾染液

染色时间和脱色时间,染色时间分别设置为2min、5min、10min、20min、25min、27min、30min、1h15min、2h15min、4h15min、15h,脱色时间设置为1min、1h。

[0043] 结果显示,切片在染液里2分钟即可着色,并随染色时间延长着色更充分。当染色时间低于25分钟时,脱色后高活力幼苗切片的着色较淡;25-30分钟时着色比较稳定,经脱色1 h后与脱色1 min观察的效果无明显差异,不同活力程度的幼苗染色差异对比更为明显(图3);对一株高活力蒜头果幼苗延长染色时间的观察结果显示,超过30分钟后延长染色时间并不会对着色造成明显影响(图4)。考虑到本方法的便捷快速,以25-30分钟为宜。

[0044] 对比例1严格按照实施例1条件来完成,区别仅在于对比例1中的取样部位不同,分别选择与实施例1中1-9号对应的同一植株的茎(对比例1-1)、茎根交界处(对比例1-2)、根顶端膨大处(对比例1-3)、主根中段(对比例1-4)取样观察。

[0045] 试验结果:

[0046] 对比结果显示,蒜头果幼苗茎中的淀粉含量普遍较低,各供试幼苗之间茎部淀粉含量差异不明显,不适合作为活力检测的取样部位;其它几个取样部位的淀粉含量在不同活力幼苗间差异均较为明显,且随着幼苗活力的降低而降低(图2)。1-3号的蒜头果幼苗茎根交界处、根顶膨大处、主根及侧根皮层着蓝黑色程度较深,说明此时蒜头果幼苗养分状态良好,储存的淀粉尚未大量消耗,幼苗活力比较好;4-6号蒜头果幼苗茎根交界处、根顶膨大处、主根及侧根皮层中着色均较浅,说明此时幼苗已经遭遇明显的养分胁迫,消耗了先前储存的大量淀粉,幼苗活力较1-3号植株的低;7-9号蒜头果幼苗茎根交界处、根顶膨大处及侧根皮层中均无明显着色或着色很浅,主根皮层中着色也很浅,说明此时幼苗已遭遇严重的养分胁迫,先前储存的淀粉消耗殆尽,幼苗活力极低,不适合作为造林用苗。

[0047] 从不同取样部位对幼苗的伤害程度来看,在其它几个有效取样部位对幼苗进行横切造成的伤害比较致命(剪除地上部分),而实施例1中仅取侧根后幼苗相对完整,仍可继续用于造林;从着色差异程度和检测灵敏度来看,不同活力水平幼苗侧根皮层的着色程度差异更为明显,检测灵敏度高于其它部位。故此,选取侧根作为检测部位比较合适。

[0048] 对比例2中植物的裁培养护严格按照实施例1条件来完成,区别仅在于取样策略和检测方法不同。分别从与实施例1中1-9号植株同一批次的重度着色幼苗、中度着色幼苗和轻度着色幼苗(包含1-9号植株)中每类各随机选择5个植株,将每个植株的叶片和茎秆分开采集,于烘箱中75 °C烘干24小时后,使用全自动样品快速研磨仪(型号:JXFSTPRP-24)研磨制样后测定氮、磷、钾元素浓度。分别使用凯氏定氮仪(型号:BUCHI K-360)、电感耦合等离子体发射光谱仪(型号:PerkinElmer Avio 200)、连续光源原子吸收光谱仪(型号:Jena contrAA300)测定样品的氮、磷、钾浓度。使用采用单因素方差分析法分析不同着色程度的蒜头果幼苗三大矿质元素浓度差异。

[0049] 试验结果显示,随着着色程度的降低,蒜头果幼苗受到的养分胁迫越来越严重,叶和茎中氮、磷、钾元素浓度逐渐降低(表2)。侧根皮层重度着色的蒜头果幼苗的叶和茎的氮、磷、K浓度较高,叶氮和叶磷平均浓度分别为20.69 mg/g和1.86 mg/g,高于中国753种陆生植物叶片的氮、磷浓度平均值(18.6 mg/g和1.21 mg/g),说明此时蒜头果幼苗养分状态良好,可以满足生长需求;但随着着色程度降低,侧根皮层中度着色的蒜头果幼苗叶和茎的磷浓度显著降低,氮、钾浓度也下降,说明此时幼苗氮、磷、钾元素的消耗量大于根系的吸收量,植株已经受到一定的养分胁迫;侧根皮层浅度着色的蒜头果幼苗叶和茎的氮、磷、钾浓

度均急剧下降,说明此时幼苗氮、磷、钾元素的消耗量远超根系的吸收量,植株已受到严重的养分胁迫,不适合作为造林用苗。

表2 侧根皮层淀粉着色程度不同的蒜头果幼苗叶片和茎秆中三大矿质元素的浓度差异

检测元素	幼苗类型	组织元素浓度 (mg/g)	
		叶片	茎秆
氮	重度着色幼苗	20.69±1.42A	15.01±0.71a
	中度着色幼苗	17.55±3.30A	5.75±0.48b
	轻度着色幼苗	9.22±2.62B	3.62±0.63c
磷	重度着色幼苗	1.86±0.13A	1.56±0.10a
	中度着色幼苗	0.99±0.04B	0.54±0.09b
	轻度着色幼苗	0.28±0.08C	0.09±0.04c
钾	重度着色幼苗	14.73±1.03A	12.30±0.54a
	中度着色幼苗	11.63±0.43A	6.34±0.75b
	轻度着色幼苗	5.89±1.91B	3.18±0.46c

注:表中不同字母代表该指标在不同着色程度的幼苗之间差异显著 ( $P<0.05$ )

[0051] 对比例3 通过移栽试验评估侧根皮层淀粉着色程度不同的蒜头果幼苗活力

[0052] 对比例3所用试验植株是从实施例1中与1-9号植株同一批次的重度着色幼苗、中度着色幼苗和轻度着色幼苗中每类各随机选择的植株,在同样的温室条件下开展三批独立的移栽试验,每个试验处理使用6个植株,通过分析幼苗的生根能力和移栽存活率来评估幼苗活力。(注:因在对比例1和对比例2中已对1-9号幼苗进行了分部位取样和氮、磷、钾分析等严重损害植株的试验,没有办法对1-9号植株开展移栽试验,但开展移栽试验的所用植株与1-9号植株为同一批次,且经过同样的着色评估,属于同一批次的有效样本。)

[0053] 为判断着色程度不同的蒜头果幼苗的生根能力,我们设置了同盆分区试验,在栽培用盆中隔离出一个新根区,即一个有明确物理边界的区域,确保这个区域中的根是幼苗移栽后长出的新根,以判断植株的生根能力。具体操作是将四壁镂空、可供根系通过的塑料筐植入栽培用盆,将蒜头果幼苗移栽到盆中距离塑料筐5 cm处,半年后测量进入塑料筐的新根量。在三批移栽试验中,或在塑料筐中填入与实施例1相同的栽培基质(珍珠岩),或替换为营养更为丰富的栽培基质(泥炭土),或塑料筐内栽培基质与实施例1相同,但栽种蒜头果的优良寄主降香黄檀。与实施例1的幼苗养护过程一样,每周浇施一次营养液,每周观察植株生长状态,并记录移栽幼苗成活率;半年后将根取出,称量塑料筐内的根系重量。

[0054] 试验结果:

[0055] 试验结果显示,侧根皮层轻度着色的蒜头果幼苗在移栽两个月后出现大量死苗,半年后三批移栽试验中幼苗平均成活率不足15%(表3),说明这些侧根皮层着色较浅的蒜头果幼苗活力极低,即便增加养分供给或配植寄主也无法保障移栽成活率,不适合作为造林用苗;侧根皮层重度着色的蒜头果幼苗活力最高,在三批移栽试验中平均移栽成活率达86.7%;侧根皮层中度着色的蒜头果幼苗活力较好,移栽半年后成活率较高,但幼苗长势不及侧根皮层重度着色的蒜头果幼苗。

表 3 侧根皮层淀粉着色程度不同的蒜头果幼苗移栽半年后的成活率

	幼苗类型	移栽半年后成活率(%)
[0056]	重度着色幼苗	86.70±8.80a
	中度着色幼苗	83.30±8.30a
	轻度着色幼苗	13.70±3.20b

注：表中不同字母代表该指标在不同着色程度的幼苗间差异显著 ( $P<0.05$ )

[0057] 从幼苗的生根能力来看,侧根皮层轻度着色或不着色的蒜头果幼苗移栽半年后未在塑料筐中发现新根(表4),说明这些蒜头果幼苗活力极低,即便增加养分供给或配植寄主后产生新根的能力也非常有限;侧根皮层重度着色的蒜头果幼苗发新根能力最强,并对塑料筐内基质的养分水平及是否有寄主植物表现出强烈响应;侧根皮层中度着色的蒜头果幼苗发新根的能力明显低于重度着色的幼苗,但仍可以通过增加栽培基质的养分或配植优良寄主进行一定程度的改善。

表 4 侧根皮层淀粉着色程度不同的蒜头果幼苗移栽后发新根能力比较

幼苗类型	移栽半年后进入新根区的根系干重 (g)		
	珍珠岩	泥炭土	珍珠岩+寄主(降香黄檀)
[0058] 重度着色幼苗	0.43±0.14 a	1.04±0.20 a	0.76±0.11 a
中度着色幼苗	0.23±0.07 b	0.58±0.06 b	0.47±0.42 b
轻度着色幼苗	未检测到新根		

注：表中不同字母代表该指标在相同栽培基质或寄主处理下不同着色程度的幼苗组间差异显著 ( $P<0.05$ )

[0059] 经综合比较分析(表5),实施例1对蒜头果幼苗活力评估的准确性高,耗时短,对检测幼苗的损害有限,检测成本低,且对设备及场地要求不高,是一种快速微创检测蒜头果幼苗活力的简易方法。

表 5 实施例和对比例关于蒜头果幼苗活力评估的准确性和便捷性对比

	对幼苗活力评估的准确性	检测耗时	对检测幼苗的损害程度	检测成本	设备及场地要求
[0060]	实施例 1 与移栽评估结果一致	30 分钟	微创，检测后可用于造林	<0.5 元/样	50X 及以上放大镜，无场地要求
	对比例 1 除茎部取样无效外，其它与移栽评估结果一致	30 分钟	植株受损，检测后不可用于造林	<0.5 元/样	50X 及以上放大镜，无场地要求
	对比例 2 与移栽评估结果一致	一周以上	植株受损，检测后不可用于造林	三种元素同时检测>300 元/样，单测一种元>100 元/样	专用检测设备，实验室
	对比例 3 移栽评估试验本身	半年以上	无损，活力较好的幼苗可用于造林，但二次移栽将影响成活率	土地和人工成本>100 元/样	无设备要求，但需栽培场地

[0061] 最后说明的是，以上优选实施例仅用于说明本发明的技术方案而非限制，尽管通过上述优选实施例已经对本发明进行了详细的描述，但本领域技术人员应当理解，可以在形式上和细节上对其作出各种各样的改变，而不偏离本发明权利要求书所限定的范围。

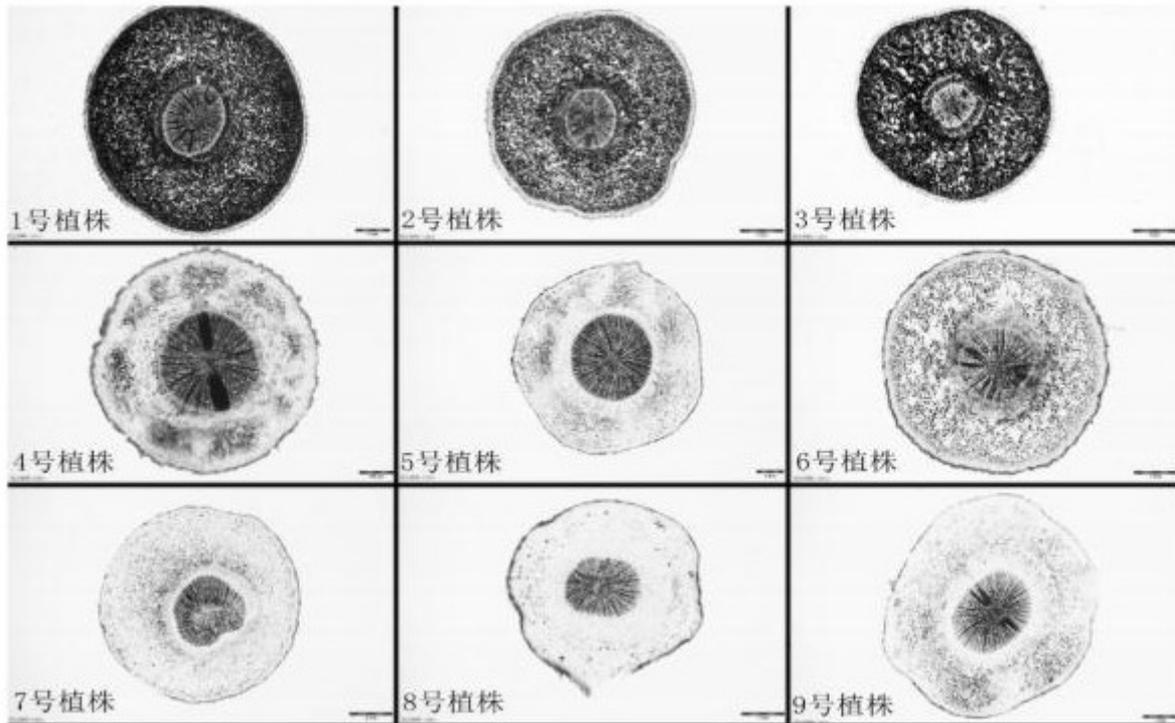


图 1

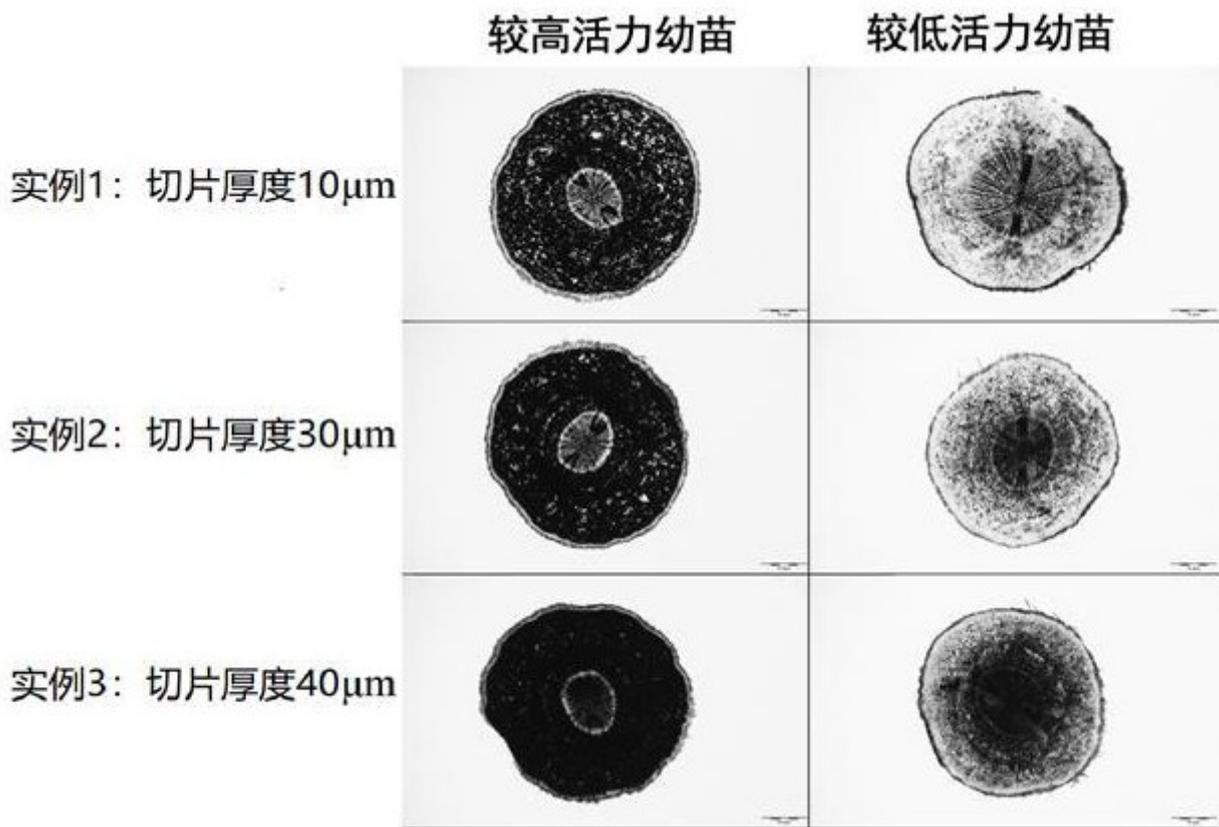


图 2

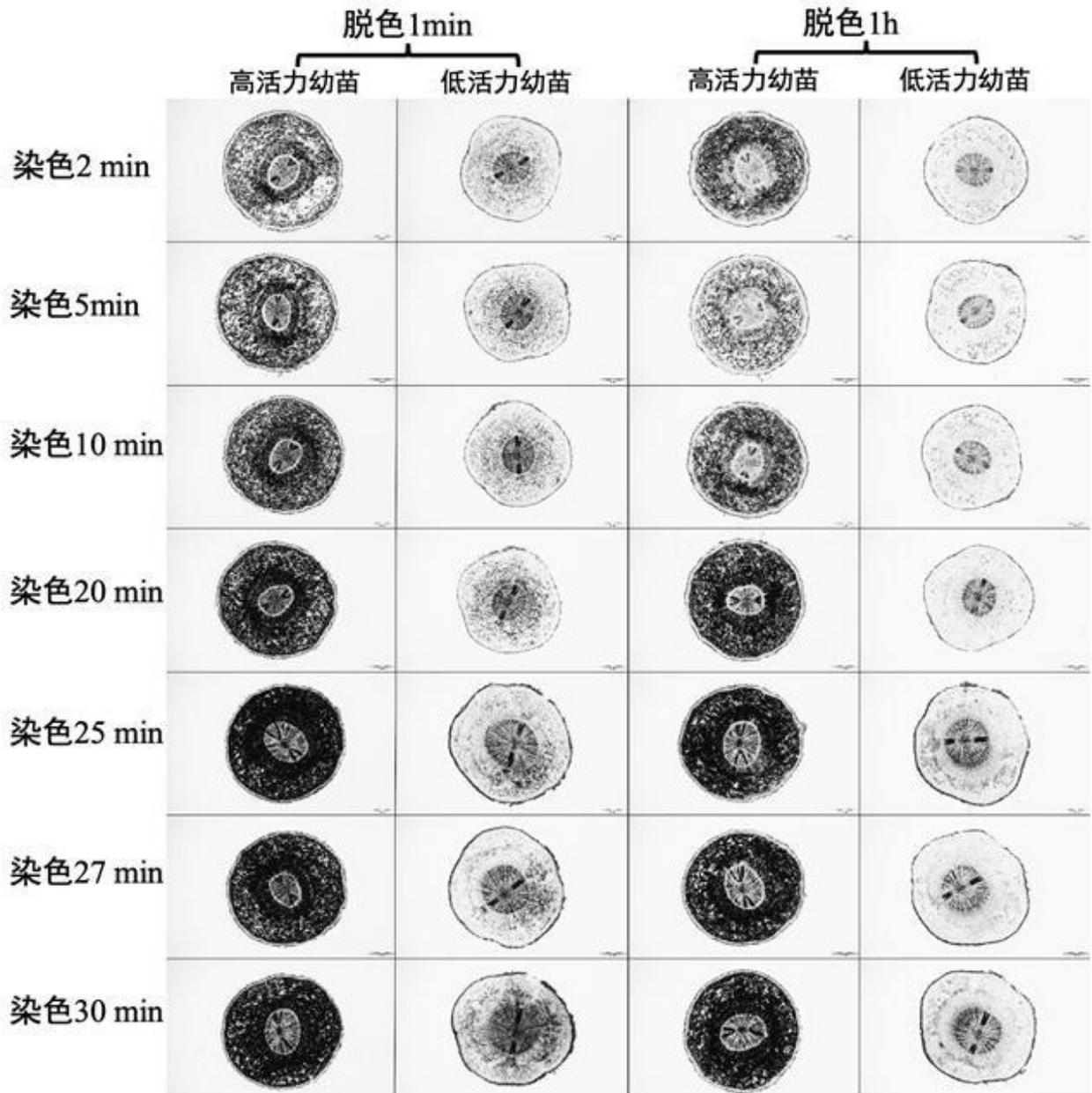


图 3

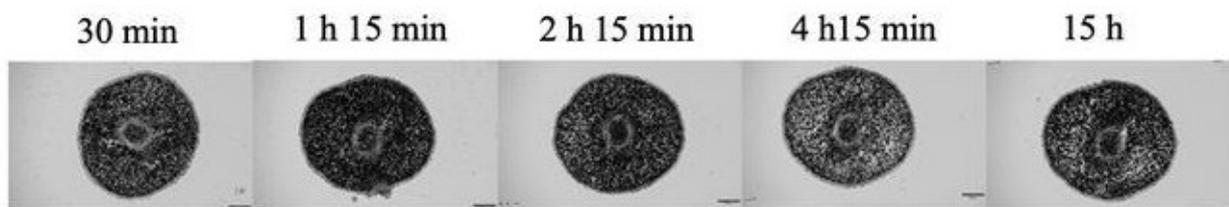


图 4

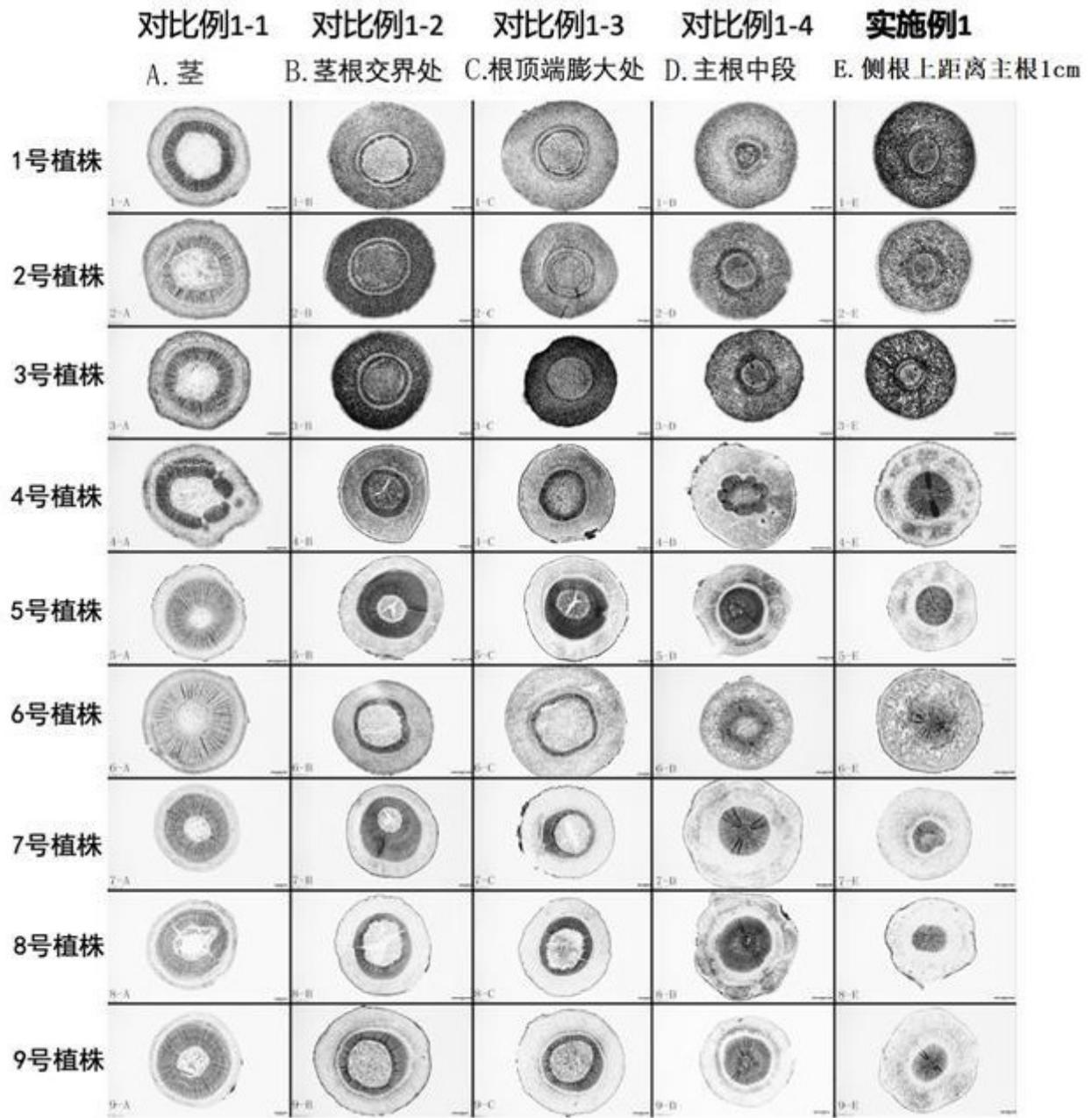


图 5