

文章编号: 1006-1126-2013(1)-0043-05

槟榔黄化病检测与防治研究进展

沙林华¹, 周亚东², 张先敏³, 杨枝林¹, 徐建辉¹, 罗湘粤¹, 赵光国¹

(1. 海南省林业科学研究所, 海南海口 571100; 2. 海南省林业厅, 海南海口 570203;
3. 海南省屯昌县林业局, 海南屯昌 571600)

摘要: 为有效地控制黄化病的发生发展, 并开展深入研究, 对槟榔黄化病的症状特征, 发生发展, 病原及传播途径以及的防治研究的进展进行总结。

关键词: 槟榔黄化病; 防治

中图分类号: S763.1 **文献标识码:** A

Overview of Detection and Control of the Areca-nut Yellow Leaf Disease

SHA Lin-hua¹, ZHOU Ya-dong², ZHANG Xian-min³, YANG Zhi-lin¹,
XU Jian-hui¹, LUO Xiang-yue¹, ZHAO Guang-guo¹

(1. Forestry Research Institute of Hainan Province, Haikou 571100, Hainan, China;

2. Forestry Department of Hainan Province, Haikou 570203, Hainan, China;

3. Tunchang County Forestry Bureau of Hainan Province, Tunchang 571600, Hainan, China)

Abstract: In order to control the occurrence and development of the areca-nut yellow leaf disease more effectively, and for further in-depth study, the characteristics, occurrence, development, pathogen and transmission route of areca-nut yellow leaf disease symptom, as well as the recent research progress in prevention and treatment were reviewed.

Key words: areca-nut yellow leaf disease; prevention and treatment

槟榔 (*Areca catechu*) 属于棕榈科多年生常绿乔木, 是我国南方多个省份居民生活中的一种常用中药材, 原产东南亚, 主产印度、巴基斯坦、马来西亚、印度尼西亚、泰国、越南和中国等国家^[1]。槟榔在我国种植已有 1 000 多年的历史, 除作为热带园林绿化树种外, 还是我国重要的南药资源之一, 被列为四大南药 (槟榔、砂仁、益智、巴戟) 之首, 经济价值很高。现代医学对槟榔的化学成分进行分析, 得出槟榔种子中含有多种生

物碱, 主要成份为槟榔碱, 是很好的收敛剂, 有抑菌、抗病毒、防龋, 驱虫、消化积食、去水肿、消脚气、抗高血压等功效^[2-5]。

目前在我国的海南、湖南、江西、台湾等省区许多民众将其作为嗜好品^[6-7]。海南岛是我国槟榔的主产区, 占总产量的 99%^[8]。据海南省农业厅有关人员估计, 到 2010 年, 海南岛槟榔原料产值可达 30 多亿元。槟榔产业已成为海南热带作物的第二大产业, 是海南东部、中部和南部山区

收稿日期: 2012-11-15

基金项目: 海南省科学事业费项目 (11-20409-0016)

作者简介: 沙林华 (1977-), 女, 高级工程师, 主要从事林业有害生物防治技术研究。

200多万农民的主要经济来源之一^[9-10]。

槟榔病害有40多种,其中槟榔黄化病(Yellow Leaf Disease, YLD)是危害槟榔的最重要病害^[8]。植株发病后生势衰弱,苗期感病后不能开花结果,成龄树感病后落花落果,减产70%~80%^[11-12]。该病在印度、中国等部分槟榔生产国危害蔓延,目前已从海南的屯昌县蔓延到万宁、琼海、陵水、定安、琼中、三亚、海口等县市,面积达2 000 hm²^[13]。槟榔黄化病由植原体引起,至今尚无抗病品种和有效的防治方法,对海南的槟榔生产、园林绿化、生态环境和旅游业构成了很大威胁^[9]。为了更好的对有效防控槟榔黄化病开展进一步的系统研究,本文总结了当前已有的关于槟榔黄化病的发生发展,病害特征,病原检测,传播途径以及防治措施等研究结论和成果。

1 槟榔黄化病的发生发展

最早于100多年前在牙买加临近岛屿椰子树上发现致死性黄化病,这是首次发现棕榈科植物死黄化病,称为椰子致死黄化病(LYD)^[14]。现已对太平洋群岛、东南亚、拉丁美洲、非洲的许多国家的造成巨大经济损失^[15-17]。

1981年在海南省屯昌原海南药材场内的槟榔树上首次发现槟榔黄化病,为害面积6.67 hm²左右^[18]。1985年在屯昌、万宁等地大量发现^[19]。目前,该病已蔓延至琼海、万宁、陵水、琼中、三亚、乐东、保亭等县市,发病地区及感病面积仍在不断扩大,严重威胁着海南省槟榔产业的发展;仅澹州、临高、乐东等县市未见发病报道^[18]。该病在我国其他省市尚未见发病报道。

2 槟榔黄化病症状特征研究

2.1 槟榔黄化病病害的外部特征

槟榔黄化病在发病初期,心轴叶上出现直径为1~2 mm的半透明斑点,在未展开的叶片上产生与叶脉平行的褐色坏死条纹;叶片自叶尖开始黄化,并逐渐扩展到整叶,黄化部分与正常绿色组织的界限明显,从而与生理性黄化区分开来,在叶脉部位有清晰的绿色带;感病叶片短小、变硬,呈束状,叶片皱缩,最后完全脱落;病树茎干松脆,输导组织变黑碎裂,侧根少,根尖褐色并逐渐腐烂。发病植株根系呈现不同程度的腐烂,侧根不丰富,幼根吸收区尖端变黑并逐渐腐烂。果实呈现出鲜艳的桔黄色,有时结有少量变黑的果实,不能食用,提前脱落,常在顶部叶片变黄1

年后脱落,留下光杆,最后整株死亡;大部分感病株出现黄化症状后5~7年即枯顶死亡^[17,20-21]。

我国海南的槟榔黄化病分为黄化型和束顶型2种症状。黄化型在发病初期,植株下层2~3片叶叶片外缘1/4处开始出现黄化,抽生的花穗较正常植株短小,无法正常展开^[9];结有少量变黑的果实,不能食用,常提前脱落;随后黄化症状逐年加重,逐步发展到整株叶片黄化;干旱季节黄化症状更为明显,整株叶片无法正常展开,腋芽水渍状,暗黑色,基部有浅褐色夹心;感病植株常在顶部叶片变黄1年后枯死,大部分感病株开始表现黄化症状后5~7年枯顶死亡。束顶型槟榔黄化病的病株树冠顶部叶片明显变小,萎缩呈束顶状,节间缩短,花穗枯萎不能结果,病叶叶鞘基部腋芽出现水渍状,暗黑色腐败;叶片硬而短,部分叶片皱缩畸形,大部分感病株表现症状后5年内枯顶死亡^[9,18,22]。

2.2 槟榔黄化病组织解剖学特征

Pillai^[23]发现在发病树果实的不同发育时期出现胚囊停止发育、胚乳变黑变软的现象,解剖发现,病树老叶和根部存在横向或纵向的增生组织,这些球面和类球面增生组织存在于根和叶片的木质部导管中,阻塞导管,改变植株性状,进而导致花粉败育;在病株根部筛管、花序轴发现也有这些不正常的愈伤组织存在。此外,在韧皮部组织出现变形和坏死,病根的木质部导管中含有甲基纤维素,这些变化可能影响韧皮部营养物质从源到库的运输^[23]。

2.3 槟榔黄化病病株生理生化特征

病株整个生育期气孔的调节作用削弱。潮湿季节气孔阻力增强,蒸腾作用减弱,叶片中水压和膨胀压较高,渗透势较低;叶片上表皮蜡层明显偏厚,导致蒸腾作用减弱和水分含量的积累;病株光合作用减弱,花序分枝减少;叶绿素含量减少,叶绿素减少量与病株外在表现明显相关;病叶组织中CaO/MgO的比率增高导致Mg含量降低;叶片胡萝卜素大量聚集,韧皮部出现明显的坏死症状,从而干扰糖的运输,导致病株中糖和淀粉的聚集^[23-25]。

病株坏死叶片中固醇含量明显降低,氨基酸新陈代谢紊乱。叶片中胱氨酸、蛋氨酸明显增多,苯丙氨酸和丙氨酸有所下降,苏氨酸严重减少;随着病害的加重,叶片中赖氨酸、精氨酸的含量增多,缺少丝氨酸、谷氨酸;花序组织中丝氨酸、谷氨酸大量富集;根部脯氨酸、胱氨酸、组氨酸

消失, 茎干中丝氨酸、精氨酸和苏氨酸含量逐渐下降。研究表明, 伴随着病变的发展, 病株中过氧化物、抗坏血酸维生素 C 以及抗坏血酸活性氧化酶也随之发生变化^[26]。

2.4 槟榔黄化病营养分析

有学者^[27]发现病叶初期缺少氮、磷、镁、锌而钾、钙正常, 而病叶和根含有高标准的铝。因此, 可认为, 病株组织呈现营养元素含量的缺少主要归因于总蛋白和氨基酸新陈代谢的削弱; 60年代 Anonumous 经过3年的观察发现, 黄化病园的 N、P、K 3大元素严重缺乏, 病园的土壤呈酸性, pH 值为 3.8。Velappan 和 Guruswary^[28]的研究结果也证实了该结论; 同时病园还表现为有机碳、有效磷、有效镁、可溶性盐、硼含量低, 缺少锰、磷、铁和铝。但 Guruswary 等认为病园中有效磷、钾、硫中等, 有机碳、钙和镁则有相当数。

目前, 卢丽兰等^[29]以海南东中部正常结果与黄化槟榔叶片为试验材料, 采用田间调查与实验室分析相结合, 分析4个产量水平(高产组、中高产组、中产组、低产组)中4个生长年限(10、15、20、25年)正常结果与黄化槟榔叶片 Cu、Zn、B、Mo、Fe、Mn 含量变化; 以海南不同产量、不同生长年限、正常结果与黄化槟榔叶片为实验材料, 分析不同产量水平、正常结果与黄化槟榔叶片 Ca、Mg 含量以及不同生长年限槟榔叶片 Ca、Mg 含量变化情况^[29-30]。

3 槟榔黄化病的病原检测研究

上世纪60年代有学者发现, 在黄化病的棕榈植物的树液中含有一些蛋白质亚单位。此后, 在病叶组织中培养出一种类似 MLOs 的植原体, 并利用电子显微镜研究观察发病树组织, 发现在幼树筛管组织中存在植原体结构, 而健康植株不存在这种结构^[31-33]。血清学研究表明, 这些物质均与黄化病相关^[34]。之后, 利用棕搁长翅蜡蝉和兔丝子进行接种传播试验^[35], 结果发现供试的槟榔小苗表现黄化病症状, 用四环素氢氯化物进行处理可消除症状, 但用青霉素和蒸馏水处理使病症加重, 进一步证明此病由植原体引起。

我国槟榔黄化病的研究开始于上世纪80年代初^[9], 有报道, 发生在万宁、屯昌等地的槟榔黄化病是由缺钾引起, 但屯昌药材场追施钾肥后未见症状减轻, 病害仍继续发展。通过电镜观察, 在感染黄化病的槟榔薄壁细胞和韧皮部筛管细胞内发现了类细菌 (Bacteria Like Organisms, BLO)

和类菌原体, 而健康植株的对照没有观察到 BLO 及 MLO 的存在, 从而初步认为槟榔黄化病是由 BLO 和 MLO 复合侵染引起的一种新病害^[9]。罗大全等^[33]对海南槟榔黄化病病株组织进行超薄切片电子显微镜观察和四环素族抗菌素注射诊断, 进一步证实植原体 (Phytoplasmas) 是引起海南槟榔黄化病的一种病原; 应用多聚酶链式反应 (PCR) 技术检测海南槟榔黄化病, 结果表明黄化型的槟榔黄化病病株组织内存在植原体, 植原体是导致槟榔发生黄化型黄化病的病原菌^[12]。周亚奎等^[36]利用巢式 PCR 方法, 对在海南3个市县采集的28个黄化病植株的不同组织进行了植原体检测, 在2个市县9个槟榔黄化病病株叶片中检测到了植原体, 而在根和茎中没有发现植原体。车海彦等^[37]利用植原体 16S rDNA 通用引物对海南感染黄化病的槟榔花苞总 DNA 进行巢式 PCR 扩增, 获得约 1.2kb 的特异片段, 并对扩增产物进行核苷酸序列测定; 通过 BLAST 程序比较、系统进化树构建及 iPhy Classifier 分析, 发现引起海南槟榔黄化病病原植原体属于翠菊黄化植原体组 (16Sr I 组), 且为该组中一个新的亚组, 即 G 亚组, 并将其暂命名槟榔黄化植原体 (Arecanut yellow leaf phytoplasma, AYL)。

4 槟榔黄化病传播途径研究

上世纪80年代发现在受黄化病侵染的槟榔叶片上有棕搁长翅蜡蝉 *Proutista moesta* (Westwood) 的活动, 推测这种含有刺吸式口器的昆虫可能能够传播 MLOs^[9]; 在电子显微镜下从棕搁长翅蜡蝉的唾液腺中观察到了植原体的存在^[10]。利用棕搁长翅蜡蝉和兔丝子进行接种传播试验, 结果发现供试的槟榔小苗表现黄化病症状, 从而指出了该病可通过长翅蜡蝉和兔丝子进行传播^[31]。范海阔等^[20]在我国黄化病主要病害区的调查发现, 土壤传播也是黄化病发病的一个主要途径之一, 病源由耕作的农具传播至新病园, 收获期间的割刀传播速度更快于耕作农具的传播。

5 槟榔黄化病的防治研究

目前, 对于槟榔黄化病防治采用最普遍的手段为及时清除黄化病病株并焚毁; 以及加强种子种苗的检疫, 杜绝从槟榔黄化病区引种^[10,14,38]。学者对于槟榔黄化病防治的研究主要在以下几个方面。

5.1 槟榔黄化病病园管理

在影响黄化病发生的不同因素中,土壤健康状况、营养元素的平衡以及耕作方式直接或间接地影响黄化病的发生程度。Ramanandan 采用喷施细菌真菌类杀虫剂,根施一些抗生素,结合施用氮、磷、钾肥(140:500:150)+(8.5 g/株),或者氮、磷、钾肥+锌+菜檬和印楝饼肥等措施结合使用,有利于改善黄化病的症状^[39]。Anonymous^[40]认为每株树多增加1 kg 高效磷肥可以使槟榔发病的时间推迟,同时结合施用 Mg 肥可以有效地减轻病症,提高产量20%左右^[40]。Rawther 和 Abraham^[41]研究认为黄化病的发生和灌溉条件没有任何相关性,病园间作、混养能改变病树的发病程度,但是间作作物的施肥管理可以提高槟榔的部分产量^[41]。范海阔等^[20]通过对海南地区的调查结果分析认为,良好的灌水条件有利于植株的发病程度控制。

5.2 最新药物防治研究

学者普遍认为没有合适的化学药剂可以抑制或者杀灭槟榔黄化病。三亚市岭渣槟榔基地和三亚市热作技术推广服务中心及广东省珠海市绿宇生化技术研究所三亚市岭渣槟榔基地进行了36%降黄龙可湿性粉剂(WP)防治槟榔黄化病试验,在施用36%降黄龙可湿性粉剂的同时,采用珠海市绿宇生化技术研究所研发提供的16%虫线清防治介体昆虫蜡蝉及椰子叶甲,采用叶面肥果宝素增加植株营养。通过试验,初步认为施用36%降黄龙可湿性粉剂(WP)防治槟榔黄化病,同时施用16%虫线清防治介体昆虫蜡蝉、椰子叶甲,施用叶面肥果宝素增加植株营养,这些综合措施虽能控制槟榔黄化病的发生发展,显著增产增收,但施药区还有20.1%的病株出现^[42]。

5.3 槟榔耐黄化病品种的选育

印度相关科研工作者针对印度的5个主栽品种 Mangala、Sumangala、Sreemangala、Mohitnagar 和杂交组合做了抗病性试验,上述4个品种均不耐病,而杂交种 Saigon × Mangala 有较高的抗病性^[43]。印度农业研究委员会准备将野生槟榔的抗病基因导入栽培品种的研究^[20]。中国热带农业科学院椰子研究所正在开展抗病品种的选育种工作。目前的主要研究工作是根据不同的黄化病发生区进行抗病品种选育及种质资源的筛选,主要采用杂交组合和病区良种鉴定与培育等方法选育出适宜主产区的槟榔抗病品种^[20]。

6 槟榔黄化病发展趋势与防治对策展望

槟榔黄化病在我国已经蔓延至海南全省大部

分槟榔种植区。目前运用最广、最有效的防治措施依然是加强监测和普查工作,及时准确地预测预报,早期控制病情;同时加强种苗调运管理工作,控制从槟榔疫区调运种苗。

当前对于槟榔黄化病在分子生物学领域的研究依然相对比较薄弱,罗大全等^[12]发表了应用多聚酶链式反应(PCR)技术检测海南槟榔黄化病的报道^[12];车海彦以及周亚奎等^[36-37]先后报道了利用巢式PCR对海南槟榔黄化病的分子鉴定的研究^[36-37];曾莉娟等^[45]报道了槟榔黄化病叶片差异表达蛋白筛选与鉴定的研究^[44],周亚奎等^[45]对CTAB法、Trizol法和异硫氰酸胍法提取槟榔黄化病组织RNA进行了比较研究。

仅有上述少数研究成果还无法构成槟榔黄化病在分子生物学领域的完整研究体系,今后还应该继续加大该领域的研究力度,以期寻找出更多、更有效的槟榔黄化病的快速检测及防治方法。

参考文献

- [1] 罗大全. 海南槟榔黄化病研究现状[J]. 世界热带农业信息, 2007(6): 24-26.
- [2] 广东省植物研究所. 海南植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1977.
- [3] 全国中草药汇编编写组. 全国中草药汇编: 上册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1978.
- [4] 《广东中药志》编委. 广东中药志: 第一卷[M]. 广州: 广东科技出版社, 1994.
- [5] 中医药管理局《中华本草》编委. 中华本草: 八册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999.
- [6] 农业部种植业管理司, 全国农业技术推广服务中心. 测土配方施肥技术问答[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- [7] 陈良秋. 海南岛槟榔园常见病虫害的防治[J]. 现代农业科技, 2006(10): 76-77.
- [8] 农业部发展南亚热带作物办公室. 农业部热带南亚热带作物生产情况(2007)[R]. 北京: 农业部发展南亚热带作物办公室, 2008.
- [9] 朱辉, 覃伟权, 余凤玉, 等. 槟榔黄化病研究进展[J]. 中国热带农业, 2008(5): 36-38.
- [10] 陶明福. 槟榔黄化病植株生理生化指标比较分析[D]. 海口: 海南大学, 2010.
- [11] 赵健生. 槟榔黄化病的调查报告[J]. 热带作物科技, 1985(1): 64-69.
- [12] 罗大全, 陈慕容, 叶沙冰, 等. 多聚酶链式反应检测海南槟榔黄化病[J]. 热带农业科学, 2002, 22(6): 13-16.
- [13] 周文忠. 砍除黄化病树——保护海南槟榔产业[J]. 中国热带农业, 2011(4): 16-18.

- [14] 秦海棠, 范海阔, 高军, 等. 致死性黄化病对棕榈植物的影响及其预防[J]. 中国热带农业, 2008(5): 51 - 52.
- [15] Rawther T S. Origin distribution and spread [R]. Kasaragod; Central Plantation Crops Research Institute (CPCRI), 2000.
- [16] Harrison N, Jones A P. Compendium of ornamental palm diseases and disorders[J]. Lethal yellowing, 2004(1): 39 - 41.
- [17] 范海阔, 刘立云, 余凤玉, 等. 槟榔黄化病的发生及综合防控[J]. 中国南方果树, 2008, 37(2): 42 - 43.
- [18] 刘慧娟. 海南槟榔种质遗传多样性与槟榔黄化病发生关系研究[D]. 海口: 海南大学, 2010.
- [19] 罗大全. 重视海南槟榔黄化病的发生及防控[J]. 中国热带农业, 2009(3): 11 - 13.
- [20] 范海阔, 覃伟权, 黄丽云, 等. 槟榔黄化病研究现状与进展[J]. 中国热带农业, 2007(2): 29 - 31.
- [21] Saraswathy N, Ravi B. Yellow leaf disease of arecapalms [J]. *Arecanut Spices&Medicinal Plants*, 2001(3): 51 - 55.
- [22] 金开漩, 孙福生, 陈慕容, 等. 槟榔黄化病的病原的研究初报[J]. 林业科学, 1995(6): 556 - 558.
- [23] Pillai R S. Histopathology in arecanut yellow leaf disease [R]. Kasaragod; Central Plantation Crops Research Institute (CPCRI), 2000.
- [24] Rajagopal V. Arecanut [R]. Kasaragod; Central Plantation Crops Research Institute (CPCRI), 2004.
- [25] Koshy P K, Sosamma V K, Prema C. Nematodes associated with coconut[J]. *Indian Coconut*, 1977, 8(3): 1 - 2.
- [26] Chowdappa P, Balasimaha D. Stomatal response of arecanut palm saffected with yellow leaf disease [J]. *Microbiol Ecol.*, 2000(3): 19 - 30.
- [27] Mohapatra A R, Bhat N T, Harishu K. Yellow leaf disease of arecanut; Soil fertility studies [J]. *Arecanut&Spices Bull*, 1976(8): 27 - 31.
- [28] Guruswamy K T, Krishnamurthy N. Characterization of soil scolected from profiles in yellow leaf disease affected arecanut gardens in Thirthahallitaluk (Karnataka, India). *Karnataka [J]. Agricultural Science*. 1994(7): 73 - 75.
- [29] 卢丽兰, 甘炳春, 魏建和, 等. 槟榔叶片产量水平、生长年限、黄化病对叶片微量元素含量的影响[J]. 华北农学报, 2010, 25(2): 160 - 164.
- [30] 卢丽兰, 甘炳春, 许明会, 等. 槟榔叶片 Ca、Mg 含量变化对产量、生长年限、黄化病的影响[J]. 西南农业学报, 2011, 24(1): 244 - 247.
- [31] 杨连珍. 槟榔黄化病. 世界农业信息, 2004, 1(16): 6 - 7.
- [32] Nayarr. Etiological agent of the yellow leaf disease of *Areca catechu* L [J]. *Plant Disease*, 1971, 55: 170 - 171.
- [33] 罗大全, 陈慕容, 叶沙冰. 海南槟榔黄化病的病原鉴定研究[J]. 热带作物学报, 2001, 22(2): 43 - 46.
- [34] Eliskar C E, Wilson C I. *Yellows disease of trees in Mycoplasma diseases of trees and shrubs* [M]. New York: Academic Press, 1981.
- [35] Harrison N A. Detection of the mycoplasma-like organism associated with lethal yellowing disease of plams in Florida by polymerase chain reaction [J]. *Plant Pathology*, 1994(43): 998 - 1008.
- [36] 周亚奎, 甘炳, 春张争, 等. 利用巢式 PCR 对海南槟榔 (*Areca catechu* L.) 黄化病的初步检 [J]. 中国农学通报, 2010, 26(22): 381 - 384.
- [37] 车海彦, 吴翠婷, 符瑞益, 等. 海南槟榔黄化病病原物的分子鉴定 [J]. 热带作物学报, 2010, 31(1): 83 - 87.
- [38] 陈良秋, 万玲. 海南岛槟榔病害防治策略 [J]. 中国农技推广, 2007, 23(6): 42 - 44.
- [39] Ramanandan P L, Abraham K J. Soil nutri-tional management in arecanut yellow leaf diseases [R]. Kasaragod; Central Plantation Crops Research Institute (CPCRI), 2000.
- [40] Anonymous. Annual Report for 1981 [R]. Kasaragod; Central Plan-tation Crops Research Institute, 1983.
- [41] Rawther T S S, Abtaham K J, Nair M A, et al. Microbial profiles of aerecanut soil sunder mixed cropping with special reference to arecanut yellow leaf [R]. Kasaragod; Central Plantation Crops Research Institute (CPCRI), 1979.
- [42] 周文忠, 符旭腾, 郑源范, 等. 36% 降黄龙 W P 防治槟榔黄化病试验初报 [J]. 中国热带农业, 2006(6): 30 - 31.
- [43] Racindran P S, Nampothiri K U K, Pillai R S N, et al. Varietal reaction in arecanut yellow leaf diseases [R]. Kasaragod ; Central Plantation Crops Research Institute (CPCRI), 2000.
- [44] 曾莉娟, 李涛, 王健华, 等. 槟榔黄化病叶片差异表达蛋白筛选与鉴定 [J]. 热带作物学报, 2010, 31(8): 1298 - 1320.
- [45] 周亚奎, 杨云, 隋春, 等. 槟榔黄化病组织 RNA 提取方法的比较 [J]. 生物技术通报, 2010(8): 153 - 156.