附件 3

2026 年度农业主推技术介绍材料

三亚芒果绿色控梢促花技术

摘要：针对生产中的具体问题，采用的技术，达到的效果，推广应用的情况等，400 字以内。

一、技术概述

（一）背景情况（研发推广背景、解决的主要问题等）

芒果是海南最大的热带水果产业，属我国最早熟产区，季节优势与价格优势显著。海南芒果因常年处于高温高湿环境，较难通过低温或干旱等自然条件诱导开花，需依赖生长调节剂实现成花调控。长期以来，当地主要施用三唑类物质多效唑，通过土施或喷施方式培育结果母枝并诱导开花。然而，多效唑降解缓慢，半衰期长达 6 至 12 个月，长期连续使用易造成残留累积，果树受过度抑制，导致树体早衰、果品品质下降，加剧面源污染，并引发了消费者对食品安全的担忧。

为解决上述问题，我们研发了以烯效唑为核心、养分协同调控的多效唑替代技术。烯效唑同为三唑类植物生长调节剂，能够有效抑制芒果枝梢营养生长，促进花芽分化，且其在土壤中降解速度快、残留期短，对环境影响小；养分调控有利于结果母枝干物质的积累和内源激素平衡，为花芽分化创造了物质条件。应用该技术后，芒果产量稳定、品质优良，符合绿色食品标准，对推动海南早熟芒果产业升级与高质量发展具有积极意义。

（二）推广应用情况（近 3 年推广应用区域、规模，与国家农技推广机构合作开展试验示范推广情况）

近 3 年来，主要在三亚海棠区、天涯区和崖州区等地推广应用，累计推广 2000 多亩。与三亚市农业技术服务中心合作开展了系统的试验与示范工作。

1）研发出以烯效唑控梢为核心的产期绿色调控技术

采用残留期短、绿色高效的芒果控梢制剂—烯效唑，替代残留期长、对土壤环境污染较大的生长调节剂“多效唑”控梢制剂；根据芒果结果母枝养分需求规律，协同应用矿质元素、蛋白或生物发酵产物对芒果的控梢技术，从根本上解决芒果产期调节控梢环节过度依赖多效唑而产生的系列问题，促进芒果产业绿色、可持续发展。以“烯效唑+养分”的协同控梢促花思路，筛选到“烯效唑+亚磷酸钾”为最佳的替代多效唑的控梢促花配方，其冲梢率约为 5%，枝梢成花率达 90%以上。（图 1）

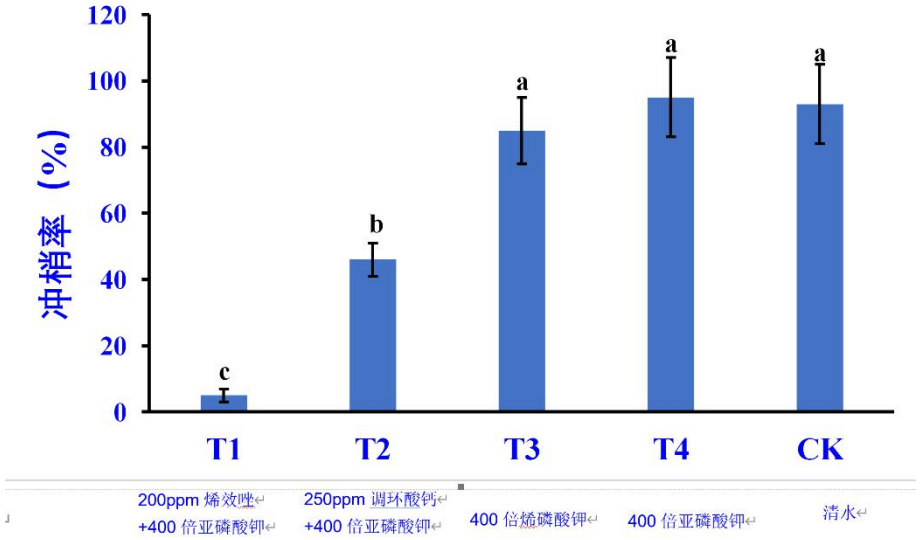

图 1　芒果控梢促花配方的筛选

与传统的多效唑控梢技术比较，在枝梢成花率、蓬梢长等方面，烯效唑控梢技术可以达到多效唑技术同等的控梢与促花效果。但烯效唑技术控梢能显著提高叶绿素含量。采用叶片测定法，测得叶绿素等指标值，结果表明了“烯效唑+养分”控梢技术可使叶绿素类胡萝卜素等含量绝对值有效提升，说明使用烯效唑技术更有利于叶片光合效能的提高，有利于结果母枝干物质的累积，结果母枝叶色浓绿，开花整齐（见表 1、图 2-3）。

表 1 烯效唑控梢与多效唑控梢后各指标值

指标	叶绿素 a 含量 (mg/L)	叶绿素 b 含量 (mg/L)	类胡萝卜素含量(mg/L)	叶绿素总量 (mg/L)	开花技条数 (枝)	未开花枝条数(枝)	开花率 (%)	叶片长度 (cm)	叶片宽度 (cm)	蓬梢长（cm）
处理	1.10±0.22 a	0.35±0.09 a	0.22±0.03 a	1.45±0.31 a	189.00±43.35 a	5.33±3.20 a	97.37±1.23 a	23.94±1.69 a	6.82±0.49 a	29.48±4.25 a
对照	0.71±:0.11 b	0.19±0.03 b	0.17±0.02 b	0.90±0.15 b	149.44±33.93 a	10.00±10.45 a	93.96±5.67 a	19.54±1.63 b	5.47±0.50 b	34.18±5.47 a
变异系数 CV	21.55	29.63	12.82	23.40	11.69	30.46	1.78	10.12	10.98	7.38

注：表中同一行数据后不同小写字母表示差异显著（P<0.05）

图 2　烯效唑控梢与多效唑控梢效果对比图

（左片区：多效唑技术，叶色淡绿；　　右片区：烯效唑技术，叶色深绿）

烯效唑控梢期的冲梢率仅约 5%　　烯效唑技术控梢的枝梢成花率 90%以上

图 3　‘烯效唑+亚磷酸钾’技术从控梢到促花成功过渡

2）基地建设与培训进展

在三亚市建立示范基地 2000 余亩（图 4-10）。根据芒果产业存在的技术问题，在不同季节开展针对性技术培训和服务指导，2023-2025 年先后开展技术培训 8 期，培训和指导人员 500 余人次（图 11）。

图4 示范基地建设（崖州区崖城镇，2023）

图5 示范基地建设（海棠区长田，2024）

图6 示范基地建设（海棠区长田，2023）

图 7 示范基地建设（崖州区南滨，2025）

图 8 示范基地建设（育才，2025）

图 9 示范基地建设（天涯区水蛟，2025）

图 10 示范基地建设（海棠区藤桥，2025）

图11 在海南芒果各产区开展的培训部分照片

（三）技术效果

以烯效唑控梢为核心的产期绿色调控技术的应用增加了产量、提高了果品品质和商品果率，且烯效唑应用一个生产季后检测零残留，减少了传统的多效唑施用后对环境的压力。

1、“烯效唑+亚磷酸钾”控梢对产量的影响

（1）烯效唑控梢技术对金煌芒产量的影响

烯效唑处理 3 个小区之间没有显著性差异。T3 小区与对照没有显著性差异，其它两小区与对照相比均有显著性提高，结果表明了应用烯效唑控梢的座果效果显著优于多效唑。（图 12）

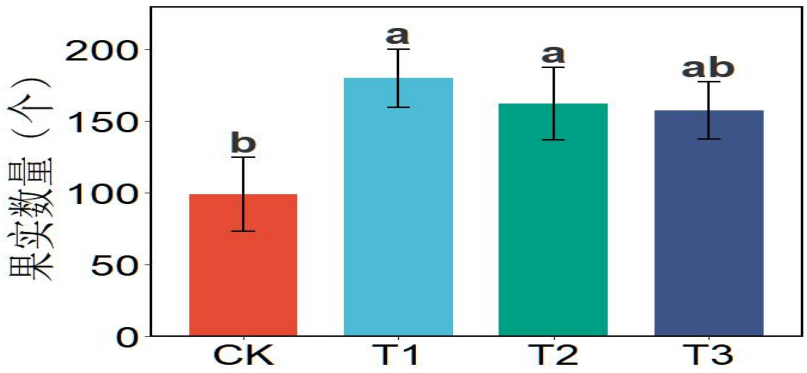

图 12　芒果不同控梢剂的座果效果

注：T1、T2、 T3 分别代表应用烯效唑控梢的 3 个小区，每个小区为 3 株树；CK 为多效唑控梢区（3 株树）。

（2）烯效唑控梢技术对台农 1 号芒产量的影响

烯效唑技术亩产量为3965.50斤，多效唑技术亩产量为3949.00斤，前者比后者亩产量高16.5斤。烯效唑技术的商品果率为95.0%，比多效唑技术的商品果率提高了8.7%。（表2）

表2　烯效唑控梢技术产量与商品果率分析表

编号	烯效唑控梢技术			多效唑控梢技术		
	实际重量	商品果率	商品果重	实际重量	商品果率	商品果重
1	161			160		
2	127			133		
3	126			161		
4	89			157		
5	147			141		
6	109			80		
总重量（六株树）	759	95.0%	721	832	86.3%	718
单株产量	126.5		120.2	138.7		119.7

2 烯效唑残留测定

对烯效唑控梢一个生产季的果实进行测定，发现烯效唑为零残留，是一种易于降解的绿色安全控梢剂（表3，图13、14）。

表3 芒果果实样品检测结果

样品	名 称	取样质量（g）	果肉及果皮占比	多效唑含量（mg/kg）	多效唑含量（mg/kg）	烯效唑含量（mg/kg）	烯效唑含量（mg/kg）
杧果	芒果 M1-1	10.066	84.18%	0.0076	0.0077±0.01	未检出	未检出
	芒果 M1-2	9.988	84.18%	0.0078		未检出	
	芒果 M1-3	10.009	84.18%	0.0076		未检出	
样品	名 称	取样质量（g）	果肉及果皮占比	多效唑含量（mg/kg）	多效唑平均含量（mg/kg）	烯效唑含量（mg/kg）	烯效唑平均含量（mg/kg）
杧果	芒果 M2-1	10.009	82.27%	0.0078	0.0079±0.01	未检出	未检出
	芒果 M2-2	10.019	82.27%	0.0079		未检出	
	芒果 M2-3	10.023	82.27%	0.0079		未检出	

注：“芒果M1”为烯效唑控梢区果实，“芒果M2”为多效唑控梢区果实，均3次重复。

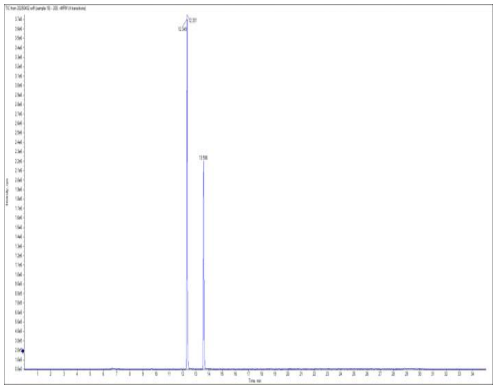

图 13 多效唑和烯效唑标准品色谱图

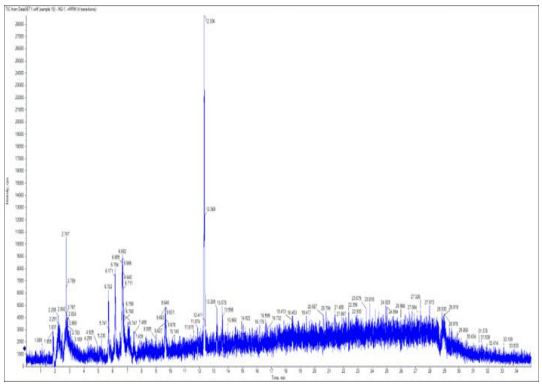

图 14 芒果果实样品色谱图

3 经济效益分析

近年来，我们系统开展了海南早熟芒果增产增效技术模式集成示范、芒果优质高产绿色协同关键技术研发与示范。本技术集成了减肥减药、节本增效及产期绿色调控等相关技术，开展多年的示范推广，取得了良好的技术效果。

以台农 1 号为例，烯效唑控梢的枝梢成花率可以达到 90%以上，基本上可以达到每株树对花量的需求，与应用多效唑的效果没有显著性差异。烯效唑与养分协同控梢可使花穗适当缩短，减少了徒长，同时也减少了养分的过度消耗，对保花保果具有重要意义。团花出现机率较低，减少了花穗病虫害或遇雨水导致“沤花”的发生，使花穗整体更为优质。烯效唑的应用虽然在产量上没有显著性提高，但商品果率提高 16%以上，显著提高了经济效益（表 4）。

表 4 综合评价结果（台农 1 号芒）

	试验区	对照区	结果分析
单株产量	40 kg	36 kg	+ 4kg
折合亩产（30 株/亩）	1200kg	1080kg	+10%
商品果率	94.6%	78.0%	+16.6%

在以烯效唑替换多效唑的成本比较上，每一个生长周期内，多效唑的成本约 226 元/亩，烯效唑的成本约为 211 元/亩，烯效唑的施用成本略低 15 元/亩（表 5）。

表 5 多效唑与烯效唑控梢成本对比表

方法	土施株用量（g）	叶喷每次株用量（g）	叶喷次数（次）	叶喷总用量（g）	每株(土施+叶喷）总用量（g）	单价（元/g）	株成本（元/株）	亩成本（元/亩）
多效唑(15%)	100	7.0	18	126	226	0.025	5.65	226
烯效唑（5%）	30	4.5	18	81	111	0.048	5.27	211

注：1）叶喷时每 450 斤水可喷施 150 株树。

2）多效唑叶喷时施用浓度为 500-1000ppm，此按 700ppm 计。

3）烯效唑叶喷时施用浓度为 100-200ppm，此按 150ppm 计。

4）每亩按 40 株树计。

综合上述各指标，在其它管理措施相同的条件下，以烯效唑替代后，产量及生产成本没有显著性差异，但芒果的商品果率可以显著提高，而且烯效唑在一个生产周期内基本完全降解，果品检测为零残留，显明减少了对芒果树体的胁逼及对土壤的污染，并符合绿色食品生产的要求，发展潜力巨大。

（四）入选和获奖情况（以该技术为核心的成果入选农业主推技术、重大引领性技术情况以及获得科技奖励情况;申报单位近 3 年入选主推技术及推广应用情况。）

项目支撑

1）2023 年国家重点研发计划项目课题（课题编号：2023YFD2300803）：海南产区产期绿色调控和品质提升协同技术模式与应用， 2023.11-2027.12.

2）2025 年度三亚市农业农村局项目：植物生长调节剂和减量施用技术示范推广，2025.6 -2026.6.

3）2024 年度三亚市市院科技合作项目：芒果产期绿色调控与化肥农药减施技术示范，2024.4-2025.5.

4）三亚市科工信局项目：三亚芒果控梢促花升级关键技术研发与应用，2023.7-2026.7.

5）海南省农业农村厅、三亚市农业农村局：芒果农药化肥减量技术综合示范点建设.2022.05-2023.04.

授权发明专利

1)詹儒林;陶书田;魏卿;张绍铃;常胜合;王松标.一种芒果早熟栽培的绿色高效控梢方法.专利号：ZL202510013958.2.

2）周兆禧;詹儒林;林兴娥;丁哲利;刘咲頓.一种反季节芒果伤残树体的复壮方法，专利号：ZL 2022 1 1006042.7

软件著作权

1)周兆禧,林兴娥,詹儒林.反季节早熟芒果树体复壮管理系统（软著）,2021SR1371325.

2)周兆禧,林兴娥,詹儒林.芒果催花保果肥实施使用管理系统（软著）,2021 SR0948478.

发布标准

1)詹儒林、常胜合、王松标、魏卿、高维金.反季节芒果绿色控梢技术规程.Q/WJ 001-2025. 2025 年 6 月 30 日发布.

2)周兆禧、詹儒林、林兴娥、丁哲利、刘咲頔、胡美娇、刘彤.海南反季节早熟芒果栽培技术规程.Q/460106HKSYZ 002-2022. 2022 年 12 月 17 日发布.

二、技术要点（核心技术及其配套技术的主要内容）

第一步土施烯效唑

当芒果第二或第三篷梢转淡绿时，土施 15%有效成分烯效唑（下同）。施用量：5-10 年树龄初结果树 5-6 克/株，10 年以上成龄大树 7-10 克/株，20 年以上大树可施用 10-15 克/株。施用方法：在距离芒果树冠滴水线入内 30cm 左右，对挖 25cm 深、100cm 长和 20cm 宽的两条小沟，烯效唑兑水 10kg 均匀淋入两条小沟。

第二步叶喷“烯效唑+（调环酸钙）+亚磷酸钾+（叶面养分）”

土施烯效唑 5-10 天叶片转绿后，喷施 250-300mg/kg 烯效唑+亚磷酸钾 300 倍液，喷到树冠叶面叶尖滴水为止，每隔 7-10 天喷施 1 次，共 13-15 次。近催花前 3-4 次可改变控梢配方喷施“150mg/kg 烯效唑+250mg/kg 调环酸钙+亚磷酸钾 400 倍液+BEB 灵芝素 3000 倍液”。

注意：喷施的频次或浓度可根据气候影响灵活调整，直至枝梢达到可以催花的状态。

三、适宜区域（适宜推广应用的主要区域）

适宜于海南三亚市芒果的早熟栽培。

四、注意事项（在推广应用过程中需特别注意的环节）

芒果的控梢期持续约 70-100 天，依不同品种、树体状态及不同立地环境等略有差异，在控梢期间若遇到连续雨天或极端气候，会出现冲梢现象，碰到这种情况应及时采取措施。一是控氮肥，在整个生长季严格控制尿素的施用量，施肥的建议是以有机肥为主，再辅以复合肥和中微量元素的应用。二是控水，在雨季应及时做好排水工作，水位较高的应挖掘深的排水沟，喷后遇下雨应及时补喷。三是药剂杀梢，发现冲梢刚露出芽尖时用 100-150ppm 的乙烯利或其它杀梢素进行药剂杀梢；雨季控梢期也可以适当提高控梢药剂浓度 10%-20%，间隔时间可以缩短 1-2 天。

五、技术依托单位（须列入参与推广的各级国家农业技术推广机构）

（一）单位名称：中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所

联系地址：海南省海口市学院路 4 号

邮政编码：571101

联 系 人：周兆禧

联系电话：13637692750

电子邮箱：zhzx81@163.com

（二）单位名称：中国热带农业科学院三亚研究院

联系地址：三亚市崖州区五号路与还金路交叉口东南 100 米

联 系 人：詹儒林

联系电话：13828287046

电子邮箱：zhanrulin555@163.com

（三）单位名称：三亚市农业技术服务中心

联系地址：海南省三亚市天涯区海润路 2 号

邮政编码：572000

联 系 人：蔡儒平、曹明、王雯颖、陈川峰

联系电话：13876858890

电子邮箱：ciruping@163.com