

2022 年度湖南省科学技术奖励拟提名项目公示内容

(湖南省自然科学奖)

一、项目名称

植物精油典型组分影响柑橘采后病害发生的作用机制

二、提名意见

柑橘是湖南省地方特色农产品。柑橘产业对推动湖南省地方经济和社会发展具有重要的推动作用，是实现脱贫攻坚和乡村振兴的重要抓手。柑橘果实贮藏运输过程中，极易遭受多种致病菌侵染造成严重的采后损失，是柑橘产业亟需解决的问题之一。本项目聚焦乡村振兴国家战略，紧紧围绕植物精油典型成分影响柑橘采后病害发生的作用机制等展开系统研究，取得了一系列重要学术成果。在食品领域 TOP 期刊 *Food Chem*、*Food Control* 和 *Postharvest Biol Technol* 等刊物上发表的 5 篇 SCI 代表性论文 SCI-E 总他引频次 325 次，报道的工作多次被 *Crit Rev Food Sci*、*Food Chem*、*J Agric Food Chem*、*Postharvest Biol Technol* 等国际权威期刊引用。陶能国教授领导的课题组学风严谨，长期从事果蔬采后病害发生与控制研究，该项目的研究课题处于该领域前沿、研究方法有突破、研究成果丰富且极具创造性，其成果已达到国际先进水平。提名该项目为湖南省自然科学奖二等奖。

三、项目简介

湖南是我国柑橘优势产区。柑橘产业对支撑湖南省地方经济和社会发展具有重要的促进作用。柑橘果实采收后极易发生绿霉病、青霉病和酸腐病等多种侵染性病害，导致采后损耗率多达 20%-25% 以上，是柑橘产业体系亟需解决的重要问题之一。基于此，项目组从 2012 年开始，紧紧围绕植物精油典型成分影响柑橘采后病害发生的作用机制开展了系列研究，取得以下突破性研究成果：

1、明确了不同植物精油组分对柑橘采后病害发生的影响

发现柑橘、肉桂、百里香和丁香等常见植物精油所含萜烯烃类（柠檬烯、月桂烯等）能不同程度诱导意大利青霉和指状青霉孢子萌发和菌丝体生长，而萜烯醇（芳樟醇、 α -松油醇和香茅醇）、萜烯醛（柠檬醛和香茅醛等）、脂肪醛（辛醛、壬醛和癸醛等）和萜酚（百里酚和香芹酚等）及芳香醛（肉桂醛和对茴香醛）等则对意大利青霉、指状青霉和酸腐病菌有不同程度抑制。该结果首次明确了植

物精油不同组分对青霉等病害发生的促进与拮抗作用,为探究植物精油组分与柑橘采后病害发生与控制的关系提供了重要理论依据。

2、解析了萜烯烃(柠檬烯和月桂烯)诱导柑橘采后绿霉病的作用机制

发现低浓度柠檬烯和月桂烯能不同程度促进指状青霉孢子萌发、加速绿霉病害发生进程。多组学联用结合生理生化结果表明,柠檬烯很可能充当孢子萌发的信号分子,这一过程主要涉及活性氧分子的氧化还原平衡;月桂烯能直接参与指状青霉物质代谢,提高呼吸代谢和能量水平,从而促进孢子萌发。该结果从分子层面揭示了萜烯烃诱导柑橘采后绿霉病的作用机制,弥补了国内外在该领域研究空白,为深入理解柑橘绿霉病害发生规律提供了重要的理论参考。

3、揭示了柠檬醛抑制柑橘主要采后病害的作用机制

发现柠檬醛能通过影响意大利青霉和酸腐病菌细胞形态、破坏细胞膜透性、降低膜结构物质含量等膜损伤方式表现出抑菌性,该结果明确了柠檬醛抑制意大利青霉和酸腐病菌发生的细胞生物学机制,为植物精油抑菌研究提供了重要依据和理论指导。

4、阐明了肉桂醛抑制柑橘采后病害的作用机制

探究了肉桂醛抑制柑橘酸腐病菌的作用机理,明确肉桂醛可通过抑制酸腐病菌几丁质合成,加速几丁质水解,破坏细胞壁完整性,从而抑制酸腐病菌生长。此外,肉桂醛还可诱导柑橘果实对酸腐病产生抗性。该研究结果已形成专利技术,可为植物精油控制果蔬采后病害提供理论和技术参考。

四、客观评价

研究成果在 *Food Chem*、*Postharvest Biol Technol* 和 *Food Control* 等食品领域 TOP 或权威期刊发表的 5 篇代表性论文 SCI-E 总被引频次 367 次,总他引频次 325 次。研究工作多次被 *Crit Rev Food Sci*、*Food Chem*、*J Agric Food Chem*、*Postharvest Biol Technol* 等国际权威期刊引用和高度评价。

五、代表作及论文目录

1. Zhou, H., **Tao, N.**, Jia, L., 2014. Antifungal activity of citral, octanal and alpha-terpineol against *Geotrichum citri-aurantii*. ***Food Control***. 37, 277-283.

2. **Tao, N.**, Chen, Y., Wu, Y., Wang, X., Li, L., Zhu, AD., 2019. The terpene limonene induced the green mold of citrus fruit through regulation of reactive oxygen species (ROS) homeostasis in *Penicillium digitatum* spores. ***Food Chemistry***. 277,

414-422.

3. Che, J., Chen, Y., Wu, Y., Li, L., **Tao, N.**, 2020. Metabolomics analysis reveals that myrcene stimulates the spore germination of *Penicillium digitatum* via the upregulation of central carbon and energy metabolism. *Postharvest Biology and Technology*. 170, 111329.

4. **Tao, N.**, OuYang, Q., Jia, L., 2014. Citral inhibits mycelial growth of *Penicillium italicum* by a membrane damage mechanism. *Food Control*. 41, 116-121.

5. OuYang, Q., Duan, X., Li, L., **Tao, N.**, 2019. Cinnamaldehyde exerts Its antifungal activity by disrupting the cell wall integrity of *Geotrichum citri-aurantii*. *Frontiers in Microbiology*. 10, 55.

六、主要完成人情况

姓名	排名	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献
陶能国	1	教授	湘潭大学	湘潭大学	项目总负责人，指导课题组系统开展了植物精油典型成分影响柑橘采后病害发生的作用机制研究，揭示了萜烯烃、柠檬醛、肉桂醛等植物精油典型成分诱导/抑制柑橘采后病害发生及诱导果实抗性等作用机制。对全部科学发现点（1-4）做出创造性贡献。担任 5 篇代表性论文的第一作者或通讯联系人，该研究工作占据本人当时工作量约 80%。
车金鑫	2	副教授	湘潭大学	湘潭大学	参与了主要发现点 2 中植物精油典型成分诱导柑橘采后病害发生作用机制部分的实验设计和论文撰写工作，参与本项目工作量占本人总工作量的 60%，是代表性论文 3 的第一作者。
欧阳秋丽	3	副教授	湘潭	湘潭	完成主要发现点 3 和 4 中柠檬醛抑制意大

			大学	大学	利青霉的抑制机制以及肉桂醛对酸腐病菌的抑制机制，参与本项目的工作量占本人总工作量的 60%，是代表性论文 5 的第一作者，代表性论文 4 的主要贡献作者。
朱安丹	4	研究员	中国科学院昆明植物研究所	中国科学院昆明植物研究所	参与了创新点 2 中柠檬烯诱导柑橘采后病害发生作用机制部分代谢组学实验设计和论文撰写工作，参与本项目工作量占本人总工作量的 10%，是代表性论文 2 的共同通讯作者。

七、主要完成单位情况

第一完成单位：湘潭大学，对本项目主要贡献如下：

1、项目中 5 篇代表性工作均在湘潭大学完成。

2、湘潭大学为本项目的立项、执行和完成提供了人力保证，以及研究经费、实验用房等方面的支持

第二完成单位：中国科学院昆明植物研究所，对本项目主要贡献如下：

1、提供项目中创新点 2 的完成所需硬件条件，提供所需的仪器设备和分析软件。

2、为创新点 2 的代表性论文撰写和发表提供支撑条件。

八、主要完成人合作关系说明

主要完成人：陶能国、车金鑫、欧阳秋丽、朱安丹。

代表性论文中的合作：

代表作 2：陶能国为通讯作者、第一作者，朱安丹为共同通讯作者。

代表作 3：陶能国为通讯作者，车金鑫为第一作者。

代表作 4：陶能国为通讯作者，欧阳秋丽为主要贡献者。

代表作 5：陶能国为通讯作者，欧阳秋丽为第一作者。