

2020 年宁波市科技进步奖项目公示

一、项目名称：桃和枇杷果实冷害发生机制及无损检测研究

二、推荐单位：宁波大学

三、项目简介（限 1000 汉字）：

1. 项目所属科学技术领域

本项目属于食品科学与工程学科中的食品贮藏与保鲜领域；也可以归为园艺产品采后生物学或农产品贮藏与加工领域。

2. 主要技术内容

桃和枇杷果实是消费者喜爱的重要水果，但是采后常温下成熟衰老快、易腐烂；低温虽能有效延长贮藏期，但在低温贮藏 2-3 周后易发生冷害。因此，低温冷害是限制桃和枇杷等冷敏果实贮藏期的重要行业难题。浙江省桃和枇杷的栽培面积广、产量大、品质高，其中奉化水蜜桃是我国四大传统名桃，宁海白枇杷是我省名特优产品，贮运难一直是限制产业发展的重要因素。

本研究以我市重要的冷敏果实——桃和枇杷作为对象，开展低温贮藏过程中的冷害发生机制及无损检测的基础理论研究。主要创新性研究内容如下：（1）创新性提出蔗糖代谢与桃果实抗冷性的关联性，明确降低蔗糖分解可明显提高桃果实抗冷性，首次提出 *PpVIN2* 是桃果实酸性转化酶基因家族中唯一对冷害敏感的基因；（2）创新性的提出枇杷果实葡萄糖与抗坏血酸代谢和冷害紧密关联，系统阐明了增加抗坏血酸代谢可提高枇杷和桃果实的低温抗性；（3）创新性的开发了基于高光谱图像技术的桃果实冷害无损检测方法，实现冷害发生位置和严重程度的精确判别。通过以上的应用基础研究，解决可溶性糖代谢与不同类型果实冷害的关联机制，形成了能够快速检测桃果实冷害的无损检测技术。

3. 技术经济指标

基础理论研究，无技术经济指标。

4. 促进行业科技进步作用及应用推广情况

本项目针对桃和枇杷等冷敏果实易低温冷害、限制贮藏期的现状，进行了冷害发生机制和无损检测相关基础理论研究。通过本项目多年的基础理论研究，发表论文 20 余篇（其中 SCI 收录论文 10 余篇），申请国家发明专利 2 项。10 篇代表性论文（4 篇 1 区论文，Top 期刊论文 5 篇）多次被 *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*、*Trends in Food Science & Technology*、*Postharvest Biology and Technology*、*Food and Bioprocess Technology*、*Journal of Food Engineering* 等高水平期刊引用或评述，SCI 他引 151 次，他引共计 254 次。尤其是糖代谢与冷敏果实冷害的关联机制研究，开辟了果蔬采后冷害基础理论的新领域，引领了糖代谢与冷害研究的发展。相关理论的研究，提升了宁波市在果蔬贮运保鲜基础研究领域的地位，同时对促进浙江乃至全国果蔬贮运保鲜的发展有着重要的意义。

四、第三方评价：

1、引用报告：

成果提供的 10 篇代表论文经教育部科技查新工作站 Z19 检索（报告编号：202036000Z190815(Y)），论文被 *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*、*Trends in Food Science & Technology*、*Postharvest Biology and Technology*、*Food and Bioprocess Technology*、*Journal of Food Engineering* 等权威 SCI 期刊他引 151 次，CNKI 他引 103 次。

2、针对创新点 1 的积极评价：

国际著名水果保鲜专家、以色列国家农业研究机构 Susan Lurie 教授在 *BMC Genomics* (2015,16:245) 引用代表作 1，肯定我们提及的现象“冷敏的桃果实在低温胁迫下导致蔗糖分解，同时果糖和葡萄糖含量升高”（in chilling sensitive peaches, glucose and fructose content increases during cold storage, while sucrose diminishes）。爱尔兰皇家科学院院士、爱尔兰国立都柏林大学终身教授、华南理工大学教授孙大文在 *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (2016,15:1067-1079) 中 5 次引用代表作 1，认同本项目提出的“更高的蔗糖含量有利于维持细胞膜稳定，提高桃果实抗冷性”这一创新性结论（Enhanced chilling tolerance in peaches has been associated with higher sucrose contents, resulting from the balance between its degradation and biosynthesis, which may contribute to membrane stability）；1 区 SCI 期刊 *Postharvest Biology and Technology* 副主编、意大利 Pietro Tonutti 教授在 *Frontiers in Plant Science* (2018,9:706; 2020,11:80) 引用代表作 1 共计 4 次，代表作 5 计 2 次，也赞同这一创新性结论。

国家梨产业技术体系首席科学家张绍铃在 *南京农业大学学报* (2019,42:583-593) 引用代表作 2，积极肯定我们“揭示桃液泡酸性转化酶基因 *PpVIN2* 对于冷藏条件下蔗糖代谢的重要作用”（目前在苹果、梨、枇杷、甜橙、桃等果树中均已克隆出液泡酸性转化酶基因。桃果实液泡酸性转化酶基因 *PpVIN2* 对于冷藏条件下蔗糖代谢有重要作用，冷藏‘白凤’和‘玉露’桃果实中蔗糖含量与 VIN 活性及 *PpVIN2* 表达量均极显著正相关）。代表论文 3 和 4 也被来自浙江大学、马来西亚马来亚大学、韩国中央大学等高校的学者们在 *Critical Reviews in Plant Sciences*、*Journal of Proteomics*、*Journal of the Science and Agriculture* 中正面引用。

3、针对创新点 2 的积极评价：

中国科学院植物研究所田世平研究员在 *Frontiers in Plant Science* (2019,10:619) 上引用代表作 6，肯定“0℃贮藏比 5℃贮藏的枇杷果实由于蔗糖代谢酶增强，导致葡萄糖和果糖含量更高，冷害较轻”。伊朗德黑兰大学 Morteza Soleimani Aghdam 在 *Food and Bioprocess Technology* (2014,7: 37-53) 引用代表作 7 共计 13 次，积极认同本项目“关于采后热处理提高枇杷果实抗坏血酸-谷胱甘肽循环活性，从而降低过氧化氢含量，维持细胞膜脂肪酸的不饱和程度，降低细胞膜透性和冷害程度”的研究发现（heat treatment significantly diminished the H₂O₂ level via enhancing SOD, APX, GR, and CAT antioxidant enzyme activities; maintained lower membrane permeability related to a higher unSFA/SFA ratio by increasing the oleic and linoleic acid levels; and diminished the lauric, myristic, palmitic, and stearic acid levels）。日本大阪府立大学 Yoshihiro Imahori 在 *Scientia*

Horticulturae (2019,246:550-556; 2019,257:108715) 引用代表作 8 共计 5 次，认可我们的研究发现“抗坏血酸代谢在清除活性氧代谢尤其是过氧化氢方面，与果实的抗冷性密切相关，提高抗坏血酸代谢途径关键酶的基因表达可以提高冷敏果实的抗冷性”(AsA biosynthesis and regeneration cycle metabolism are linked with tolerance to CI in terms of scavenging for ROS, particularly hydrogen peroxide. high expression levels of AsA metabolism genes enhanced the chilling tolerance in chilling sensitive products)。

4、针对创新点 3 的积极评价：

爱尔兰皇家科学院院士、爱尔兰国立都柏林大学终身教授、华南理工大学教授孙大文在 Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety (2018,17:220-239) 2 次引用代表作 9，肯定了高光谱用于桃果实冷害的检测 (The multispectral imaging technique has also been widely investigated to detect various types of defects (such as insect damage, bruising, decay, **cold injury**, black heart, puncture injury, and cracks) on various plant foods (such as **peach**, radish, sunflower seed, citrus, and jujube))。希腊塞萨洛尼基亚里士多德大学 Pavlos Tsouvaltzis 在 Postharvest Biology and Technology (2020,159:111001) 上也高度认可“高光谱应用于桃果实冷害无损检测的方法”(hyperspectral reflectance imaging technique was successfully applied for the non-destructive optical detection of chilling injury on peaches)；代表作 9 和 10 被意大利福贾大学 Maria Luisa Amodio 发表在 Postharvest Biology and Technology (2020,162:111100) 上的论文引用共计 4 次，高度赞同本项目中“高光谱全波段扫描可以准确判别桃果实冷害”的研究发现 (successfully discriminated chilled peaches at different stages from non-chilled peaches by using VIS-NIR spectra and three different classifiers (PLS-DA, ANN, and SVM).)。

五、主要完成人及技术贡献（一、二、三等奖分别不超过 13、9、7 人）：

排名	姓名	技术职称	行政职务	工作单位	对本项目技术创造性贡献（限 250 汉字）
1	邵兴锋	正高	副院长	宁波大学	负责项目的总体设计和实施，研究了枇杷和桃两类冷敏果实发生冷害的作用机制，重点揭示了降低桃果实蔗糖分解可提高果实抗冷性，明确 <i>PpVIN2</i> 是桃果实酸性转化酶基因家族中唯一对冷害敏感的基因，阐明了加速抗坏血酸代谢可提高枇杷和桃果实的抗冷性，从而降低冷害的发生，对技术内容创新点 1-2 做出了创造性贡献，是代表性论文 1-6、8 的主要完成人和通讯作者，代表性论文 7 的第一作者。
2	韦莹莹	中级	无	宁波大学	作为项目主要完成人，负责完成了枇杷和桃果实贮藏期间冷害发生机制的研究，揭示了枇杷果实中的葡萄糖含量与抗坏血酸代谢和抗冷性呈正相关，并明确了 <i>PpVIN2</i> 是桃果实酸性转化酶基因家族中对冷害敏感的唯一基因。对技术内容创新点 1-2 有突出贡献，是代表性论文 6 的第一作者，代表性论文 2 和 5 的主要作者。

3	潘磊庆	正高	无	南京农业大学	作为项目主要完成人，主要负责开发了基于高光谱图像的桃果实无损检测的方法，实现了可视化观察桃果实冷害的发生区域、区分不同的冷害级别。对技术内容创新点 3 有突出贡献，是代表性论文 9 的第一作者兼通讯作者，代表性论文 10 的通讯作者，是发明专利 ZL201310409795.7 的第一权利人。
4	吴大军	副高	所长	宁波市奉化区水蜜桃研究所	/
5	陈妙金	副高	副所长	宁波市奉化区水蜜桃研究所	/
6	屠康	正高	无	南京农业大学	/
7	王鸿飞	正高	无	宁波大学	/
8	许凤	副高	无	宁波大学	/
9	龚一富	副高	无	宁波大学	/

注：排位前三名的主要完成人员，应是项目成果的主要权利人、代表性论著的主要完成人。

六、主要完成单位及创新推广贡献（一、二、三等奖分别不超过 9、7、5 个）

排名	单位名称	对本项目科技创新和推广应用支撑作用情况
1	宁波大学	1. 提供课题立项和完成所需的人力资源条件，包括课题立项查新、全文文献提供、论文收录和引用检索，实验人员和研究生招募等。 2. 提供项目完成所需硬件条件，包括为省级重点实验室的支持和配套经费资助，提供完成课题所需的仪器设备。 3. 为项目中创新点 1-2 中的论文撰写和发表等提供支撑条件和配套奖励。
2	南京农业大学	1. 提供项目中创新点 3 的完成所需硬件条件，提供所需的仪器设备。 2. 为创新点 3 中的论文撰写和发表、发明专利申请等提供支撑条件。
3	宁波市奉化区水蜜桃研究所	1. 为本项目的创新性研究提供研究思路和技术路线参考； 2. 为本项目的创新性研究提供实验原料和品质评价判断方法。
4		/
...		/

注：各级政府部门不能作为完成单位。

七、直接经济效益、推广应用情况和社会效益

1. 本项目近三年直接经济效益

单位：万元

年份	新增销售	新增利润	新增税收
累计			

各栏目的计算依据：（通过本项目的实施的新增销售、新增利润、新增税收等，不超过 200 汉字）

注：基础研究类、社会公益类、重大工程类和软科学项目如无直接经济效益, 可以不填。

2. 本项目推广应用情况（基础研究类项目可以不填）

应用单位名称	应用的起始时间	应用单位 联系人/电话	推广应用 量(情况)	产值 (万元)	利税 (万元)
...					

注：如无推广应用可以不填写此栏。

3. 本项目社会效益和间接经济效益（限 400 汉字）

本项目的成功实施，在糖代谢与枇杷和桃果实冷害发生机制、高光谱图像技术无损检测桃果实冷害等方面取得了重大突破，尤其是创新性提出的糖代谢与果实冷害的关联机制，明确了可溶性糖在不同种类果实抗冷性中的作用及差异，丰富了国内外的果实冷害发生机制研究；项目开发的基于高光谱图像技术的桃果实冷害无损检测方法，实现了果实冷害发生位置和严重程度的精确判别，填补了国内外的技术空白，从而提升了我国水果贮运领域基础的研究能力，对水果种植和贮运物流行业产生重要意义。

八、主要知识产权证明目录（不超过 10 件）

授权项目名称	知识产权类别	国（区）别	授 权 号	法律状态
一种高光谱图像检测桃果实早期冷害的方法	发明专利权	中国	ZL201310409795.7	有效

注：知识产权类别包括：1.发明专利权；2.实用新型专利权；3.计算机软件著作权；4.集成电路布图设计权；5.动植物新品种权；6.其他。

国（区）别：1.中国；2.美国；3.欧洲；4.日本；5.中国香港；6.中国台湾；7.其他。

法律状态分：有效和已失效两种

九、主要论文、专著及论文专著他引的情况（不超过 10 篇）

作者	论文专著名称/刊物	年卷页码 (X年X卷X页)	发表时间	SCI 他 引次数	他引 总次数
Wang, K; Shao, XF* ; Gong, YF; Zhu, Y; Wang, HF; Zhang, XL; Yu, DD; Yu, F; Qiu, ZY; Lu, H	The metabolism of soluble carbohydrates related to chilling injury in peach fruit exposed to cold stress/ Postharvest Biology and Technology	2013 年 86 卷 53-61	201312	31	68
He, XX; Wei, YY; Kou, JY; Xu, F; Chen, ZH; Shao, XF*	PpVIN2, an acid invertase gene family member, is sensitive to chilling temperature and affects sucrose metabolism in postharvest peach fruit/ Plant Growth Regulation	2018 年 86 卷 169-180	201811	2	4
Yu, F; Shao, XF* ; Yu, LN; Xu, F; Wang, HF	Proteomic analysis of postharvest peach fruit subjected to chilling stress or non-chilling stress during storage/Scientia Horticulturae	2015 年 197 卷 72-89	201512	13	14
Yu, F; Ni, ZM; Shao, XF* ; Yu, LN; Liu, HX; Xu, F; Wang, HF	Differences in Sucrose Metabolism in Peach Fruit Stored at Chilling Stress versus Nonchilling Stress Temperatures/Hortscience	2015 年 50 卷 1542-1548	201510	6	7
Yu, LN; Shao, XF* ; Wei, YY; Xu, F; Wang, HF	Sucrose degradation is regulated by 1-methycyclopropene treatment and is related to chilling tolerance in two peach cultivars/Postharvest Biology and Technology	2017 年 124 卷 25-34	201702	14	16
Wei YY, Xu F, Shao XF*	Changes in soluble sugar metabolism in loquat fruit during different cold storage/Journal of Food Science and Technology	2017 年 54 卷 1043-1051	201704	6	11
Shao XF, Tu K*	Hot air treatment improved the chilling resistance of loquat fruit under storage/ Journal of Food Processing and Preservation	2014 年 38 卷 694-703	201404	8	29
Wang, K; Shao, XF* ; Gong, YF; Xu, F; Wang, HF	Effects of Postharvest Hot Air Treatment on Gene Expression Associated with Ascorbic Acid Metabolism in Peach Fruit/Plant Molecular Biology Reporter	2014 年 32 卷 881-887	201408	8	9
Pan, LQ* ; Zhang, Q; Zhang, W; Sun, Y; Hu, PC; Tu, K*	Detection of cold injury in peaches by hyperspectral reflectance imaging and artificial neural network/ Food Chemistry	2016 年 192 卷 134-141	201602	36	65
Sun, Y; Gu, XZ; Sun, K; Hu, HJ; Xu, M; Wang, ZJ; Tu, K; Pan, LQ*	Hyperspectral reflectance imaging combined with chemometrics and successive projections algorithm for chilling injury classification in peaches/ LWT - Food Science and Technology	2017 年 75 卷 557-564	201701	27	31

十、本项目曾获科技奖励情况

获奖项目名称	获奖时间	奖项名称	奖励等级	授奖部门（单位）

本表科技奖励是指：①省、自治区、直辖市政府和国务院有关部门、中国人民解放军设立的科技奖励；②各市人民政府设立的科技奖励；③经国家、省科技行政管理部门登记的社会力量设立的科技奖励。对于《国家科学技术奖励条例》和《省、部级科学技术奖励管理办法》规定的不能设立的部门奖励，不得填入此栏目。

十一、知情同意证明（附签字扫描件）

知情同意报奖证明（知识产权）

项目名称：桃和枇杷果实冷害发生机制及无损检测研究

项目主要完成人：邵兴锋，韦莹莹，潘磊庆，吴大军，陈妙金，屠康，王鸿飞，许凤，龚一富

项目主要完成单位：宁波大学，南京农业大学，宁波市奉化区水蜜桃研究所

知识产权名称（专利号）	所有权利人	所有发明人	未列入主要项目完成人（主要完成单位）的发明人或权利人			
			姓名或单位名称	现工作单位名称	本人（本单位）已知晓：1、所列成果用于推荐本年度宁波市科学技术奖；2、获奖项目所用成果不得再次参评宁波市科学技术奖。本人（单位）同意所列成果用于推荐本年度宁波市科学技术奖。	个人签名或单位盖章
一种高光谱图像检测桃果实早期冷害的方法(ZL201310409795.7)	南京农业大学	潘磊庆，张嫻，屠康，张伟	张嫻	上海市长宁区市场监督管理局		张婧
			张伟	南京晓庄学院		张伟
...						

注：须在申报系统中，输入上述签名个人的手机号码或盖章单位的联系人姓名及其手机号码，以用于形式审查核实。

知情同意报奖证明（论文论著）

项目名称：桃和枇杷果实冷害发生机制及无损检测研究

项目主要完成人：邵兴锋，韦莹莹，潘磊庆，吴大军，陈妙金，屠康，王鸿飞，许凤，龚一富

项目主要完成单位：宁波大学，南京农业大学，宁波市奉化区水蜜桃研究所

论文论著名称	所有作者	未列入主要项目完成人的作者			
		姓名	现工作单位名称		个人签名
The metabolism of soluble carbohydrates related to chilling injury in peach fruit exposed to cold stress	Wang, K; Shao, XF*; Gong, YF; Zhu, Y; Wang, HF; Zhang, XL; Yu, DD; Yu, F; Qiu, ZY; Lu, H	王可	安徽农业大学	本人（本单位）已知晓：1、所列成果用于推荐本年度宁波市科学技术奖；2、获奖项目所用成果不得再次参评宁波市科学技术奖。本人（单位）同意所列成果用于推荐本年度宁波市科学技术奖。	王可
		朱勇	宁波市农产品质量检测中心		朱勇
		张兴龙	北京同仁堂健康药业股份有限公司		张兴龙
		余丹丹	浙江大学		余丹丹
		余芳	中翰盛泰生物技术股份有限公司		余芳
		邱紫云	上海海天下食品有限公司		邱紫云
		陆浩	南京师范大学盐城实验学校		陆浩
PpVIN2, an acid invertase gene family member, is sensitive to chilling temperature and affects sucrose metabolism in postharvest peach fruit	He, XX; Wei, YY; Kou, JY; Xu, F; Chen, ZH; Shao, XF*	何星星	苏州金唯智生物科技有限公司		何星星
		寇竞羽	海口新东方教育培训		寇竞羽
		陈仲华	西悉尼大学		陈仲华
Proteomic analysis of postharvest peach fruit subjected to chilling stress or non-chilling stress temperatures during storage	Yu, F; Shao, XF*; Yu, LN; Xu, F; Wang, HF	余芳	中翰盛泰生物技术股份有限公司		余芳
		俞丽娜	维德凯斯幼儿园		俞丽娜
Differences in Sucrose Metabolism in Peach Fruit Stored at Chilling	Yu, F; Ni, ZM; Shao, XF*; Yu, LN; Liu,	余芳	中翰盛泰生物技术股份有限公司		余芳
		倪志明	宁波方太厨具有限公司		倪志明

Stress versus Nonchilling Stress Temperatures	HX; Xu, F; Wang, HF	俞丽娜	维德凯斯幼儿园		俞丽娜
		刘红星	宁波方太厨具有限公司		刘红星
Sucrose degradation is regulated by 1-ethycyclopropene treatment and is related to chilling tolerance in two peach cultivars	Yu, LN; Shao, XF*; Wei, YY; Xu, F; Wang, HF	俞丽娜	维德凯斯幼儿园		俞丽娜
Effects of Postharvest Hot Air Treatment on Gene Expression Associated with Ascorbic Acid Metabolism in Peach Fruit	Wang, K; Shao, XF*; Gong, YF; Xu, F; Wang, HF	王可	安徽农业大学		王可
Detection of cold injury in peaches by hyperspectral reflectance imaging and artificial neural network	Pan, LQ*; Zhang, Q; Zhang, W; Sun, Y; Hu, PC; Tu, K*	张端	上海市长宁区市场监督管理局		张婧
		张伟	南京晓庄学院		张伟
		孙晔	南京农业大学		孙晔
		胡鹏程	上海市徐汇区市场监督管理局		胡鹏程
Hyperspectral reflectance imaging combined with chemometrics and successive projections algorithm for chilling injury classification in peaches	Sun, Y; Gu, XZ; Sun, K; Hu, HJ; Xu, M; Wang, ZJ; Tu, K; Pan, LQ*	孙晔	南京农业大学		孙晔
		顾欣哲	上海交通大学		顾欣哲
		胡海江	新疆农业大学		胡海江
		徐苗	常州市天宁区兰陵街道办事处		徐苗
		王振杰	阜阳师范学院信息工程学院		王振杰

注：须在申报系统中，输入上述签名个人的手机号码，以用于形式审查核实。