

陕西省科学技术进步奖公示信息

(2025年度)

一、项目基本情况

项目名称	西北典型果汁风味品质智能感知和调控技术创制与应用
主要完成人	田洪磊、詹萍、王立霞、王鹏、张润光、张玉环、施琳、夏宇、何婉莺、骆莹
主要完成单位	陕西师范大学、陕西科技大学、陕西学前师范学院

二、提名意见（适用于提名单位）

提 名 者	陕西省教育厅
提名意见（不超过 600 字）： <p>项目紧密结合“需求牵引，突破瓶颈”的研究导向，以西北特色果品资源为研究对象，针对果汁制备过程中香气物质形成的复杂性和呈香属性类别的多元化，以传统热加工体系为视角并对照 UHP、HPEF 等非热加工手段，通过多数据融合技术建立其呈香品质辨识模型，在实现果汁呈香品质评估标准化的同时，通过差异组分消增模拟和稳定同位素标记示踪等技术明晰了传统果汁制备进程中风味品质趋变机制，创制了果汁多级酶解增香、低度热杀菌参数靶向优化、特征组分回填融合及非热钝酶持香调控等关键技术，有效地解决了西北典型果汁产业化加工中风味品质异化技术瓶颈。项目材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科技进步奖提名条件。</p> <p>提名该项目为陕西省科学技术进步奖一等奖。</p>	
<p>说明：省科学技术进步奖一、二、三等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖，“提名二等奖”的评审落选项目不再降格参评三等奖。项目组与提名单位沟通后，做出提名等级意见；提名项目正式提交后，提名等级建议不得变更。软科学标准计量科普类项目请选“二等奖”或者“三等奖”。</p>	

三、项目简介

果汁传统产业化加工进程中特征香气异化所导致的呈香品质劣变问题，严重制约了果汁加工的规模化与标准化。本项目以西北典型果汁风味品质升级为目标，从影响各类果汁风味提升的主要问题入手，构建了果汁风味品质智能感知辨识体系，研发了相应的便携式智能感知设备，在明晰传统热杀菌果汁呈香品质劣变机制的基础上，重点开展了果汁多级酶解增香、低度热杀菌参数靶向优化、特征组分回填融合及非热钝酶持香调控等关键技术与创制，切实有效地解决了西北典型果汁产业化加工中风味品质异化“卡脖子”问题。项目的核心技术成果目前已授权专利 12 件，获得软件著作权 2 项，发表学术论文 40 余篇，出版学术专著 3 部。项目主要技术创新点在于：

1. 构建了西北典型果汁风味品质智能感知系统，研发了便携式智能感知设备。项目以西北典型果汁及其加工进程中顺次更迭样本特征挥发性物质组成、呈味属性和样本类型为多变量，采用消息传递神经网络(MPNN)、长短时记忆神经网络(LSTM-ANN)、反向神经网络(BP-ANN)、偏最小二乘-支持向量机(PLS-SVM)等智能算法构建了类脑细胞解析模型，高通量解析明确各类典型果汁加工进程中香味和异味属性多变量效应关系，通过整合各顺次工序样本风味物质组成、风味品质属性及智能感官传感器信号值间量化关系，创制了适用于果汁加工进程中各环节在线品质监控的智能感知系统，并结合 3D 打印技术、无线传输技术等研发创制可用于果汁风味品质在线监控及调控的智能感知设备，该设备基本实现了硬件 95%国产化，产品风味品质识别的准确率可达 95%以上。

2. 典型果汁顺次加工工序风味异化表征及溯源解析。本项目以西北典型猕猴桃、石榴、蟠桃和香梨鲜汁及其顺次连续动态工序试制样本为基础，采用感官组学、风味组学和代谢组学等多组学技术明晰各类果汁顺次历经各工序时风味物质的动态演变规律，结合智能感知技术挖掘引发本真果香弱化和异味积蓄的关键靶点和分子靶标，同时采用物质消增模拟、稳定同位素标记示踪等手段，结合果汁简化模拟体系诠释差异加工模式、顺次工序和操作参数对特征风味和异味组分及其前体和中间体随工序更迭形成或转化的量化轨迹，明确各类典型果汁加工进程中品质异化分子作用机制，为后续果汁加工进程中异味靶标物质的阻断及赋香物质的蓄积，果汁风味品质定向调控技术的创制提供理论依据。

3. 典型果汁风味定向调控核心技术的创制。基于已建立的果汁智能化感知技术和设备，通过探究传统热加工及非热和新型加工或耦合模式/参数及外源活性物质的添加对果汁制备进程中异味和褐变靶标物质的阻断途径和机制，创制了多级酶解脱苦增香、低度热杀菌参数靶向优化及特征组分回填融合等技术，有效实施了包括猕猴桃汁、石榴汁、蟠桃汁和香梨汁等多种西北典型果汁风味品质稳态化定向调控，一定程度上缓解了基于原料榨汁、鲜汁冻融、酶解、过滤、杀菌等加工工序对果汁产业化加工导致的风味品质异化问题。与原生产工艺相比，应用本项目核心技术研制的各类果汁产品其特征赋香靶标保留率达 85%以上，显著的提升了产品的风味品质。

四、客观评价

1. 项目验收意见

(1) 主要鉴定成果之一“西北典型果汁风味品质智能感知和调控技术创制与应用”(中科评字[2024]第 10197 号)于 2024 年 12 月 6 日由中科合创(北京)科技成果评价中心组织专家,以视频连线方式对由陕西师范大学、陕西理工大学、陕西科技大学、陕西学前师范学院、康师傅(西安)饮品有限公司共同完成的科技成果进行评价。评定专家组通过审阅了项目研究报告,听取了项目负责人汇报,经讨论,形成以下验收意见:项目技术资料齐全,符合科技成果评价要求;项目通过多数据融合创制了包括猕猴桃汁、石榴汁和蟠桃汁等典型果汁呈香品质智能感知技术,产品风味品质辨识度可达 95%以上,可用于果汁产品品质量化评测;明确了西北典型果汁加工过程中呈香品质劣变规律及关键影响因素,揭示了其香气品质劣变机制,确定了其风味品质劣变的关键控制点和分子靶标;以赋香靶标组分为导向,结合创制的多级酶解脱苦增香、低度热杀菌参数靶向优化及特征组分回填融合等技术,实施了典型果汁风味品质稳态化定向调控,研发产品特征赋香物质保留率达 85%以上;项目获授权国家专利 12 件(发明专利 9 件,实用新型专利 3 件),登记软件著作权 2 项,发表科研论文 32 篇,出版专著 3 部。技术成果已在多家企业推广应用,取得了良好的经济效益和社会效益。专家组成员一致认为:项目整体技术成果达到国际先进水平,果汁风味品质智能感知技术达到国际领先水平,一致同意通过科技成果评价。

(2) 主要鉴定成果之二“基于多重变量解析与消增模拟示踪的蟠桃汁加工中呈香品质劣变机制研究(项目编号 31972195)”于 2024 年 3 月 26 日由国家自然科学基金委依照基金委相关规定进行审核,准予项目结题;

(3) 主要鉴定成果之三“基于 PLSR 分析的香梨果汁风味品质预测模型的构建及其制备过程中香气丧失机制的研究(项目编号 31571846)”于 2020 年 5 月 6 日由国家自然科学基金委依照基金委相关规定进行审核,准予项目结题;

(4) 主要鉴定成果之四“新疆蟠桃特征香气指纹图谱构建及基于多重变量解析的香气丧失机制研究(项目编号 31460428)”于 2019 年 3 月 27 日由国家自然科学基金委依照基金委相关规定进行审核,准予项目结题;

(5) 主要鉴定成果之五“基于呈香效应定量预测解析的猕猴桃汁加工中呈香品质异化机制研究(项目编号 32001825)”于 2024 年 4 月 10 日由国家自然科学基金委依照基

金委相关规定进行审核，准予项目结题；

(6) 主要鉴定成果之六“基于化学计量学猕猴桃汁加工过程中风味丧失机制探析(项目编号 2019JQ-665)”于 2021 年 6 月 16 日由陕西省科学技术厅审核，按照陕西省自然科学基金基础研究计划结题项目评价指标和有关规定，经审查，符合结题要求，同意结题。

2. 科技查新结果

2024 年 12 月 3 日，经中国科学院兰州查新咨询中心查新，其结论：本成果所涉及技术与手段“国内外公开文献中未见相同报道”。

五、应用情况

项目通过多数据融合创制了果汁风味品质智能感知技术，研发了便携式风味智能感知分析仪，以此为产品品质监测指标，在明晰果汁动态制备进程中呈味属性动态演替分子效应机制的基础上，明确其品质异化关键工序及靶标组分，重点突破了多级酶解增香、低度热杀菌参数靶向优化、特征组分回填融合及非热钝酶持香调控等关键技术。相较于市场同类传统商业果汁产品，经本项目核心技术制备果汁其特征呈香物质保留率得以显著提升，产品特征赋香靶标物质保留率可达 85%以上。项目所研发的关键技术目前已在多家企业推广应用，技术辐射和带动全国多家果汁及相关生产加工企业。

六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

（所列专利证书颁发日期、标准规范发布日期、论文发表日期应在 2024 年 12 月 31 日之前）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	CuO@CNFs 复合材料在检测猕猴桃汁香气成分反式-2-己烯醛的应用及方法	中国	ZL202111040914.7	2023.10	6375203	陕西师范大学	詹萍, 王鹏, 张玉环, 田洪磊, 许素娟
2	发明专利	氧化亚铜@金纳米模拟酶及制备方法和应用	中国	ZL202210504999.8	2023.3	6819383	陕西师范大学	田洪磊, 张玉环, 詹萍, 王鹏, 申峰
3	发明专利	一种清香型蟠桃香精及其制备方法和应用	中国	ZL201511029748.5	2018.10	3102096	陕西师范大学	田洪磊, 王鹏, 颜海燕, 詹萍, 毛晓英, 张海轮, 张洪安
4	发明专利	一种浓缩猕猴桃杀菌装置	中国	ZL202210592006.7	2024.5	7006415	陕西师范大学	王鹏, 詹萍, 田洪磊
5	实用新型专利	一种果泥加工装置	中国	ZL202321029922.6	2023.5	20295026	陕西师范大学	施琳, 王鹏, 田洪磊, 詹萍
6	软著	基于 python 自建可视化库 padas 和 SVM 模型的猕猴桃汁香气品质智能分析软件 V1.0	中国	2022SR0342554	2022.2	软著登字第 10347199 号	陕西师范大学	王鹏, 田洪磊, 詹萍
7	论文	Aroma characteristics of cloudy kiwifruit juices treated with high hydrostatic pressure and representative thermal processes	加拿大	Food Research International	2021.1	2021, 139, 109841	陕西师范大学	Yu Zhao (赵玉), Peng Wang (王鹏), Ping Zhan (詹萍), Honglei Tian (田洪磊), Cong Lu (卢聪), Peng Tian (田鹏)

8	论文	Characterization of key aroma compounds in flat peach juice based on gas chromatography-mass spectrometry-olfactometry (GC-MS-O), odor activity value (OAV), aroma recombination, and omission experiments	英国	Food Chemistry	2022.1	2022, 366, 130604	陕西师范大学	Fengling Tan (谭凤玲), Peng Wang (王鹏), Ping Zhan (詹萍), Honglei Tian (田洪磊)
9	论文	Volatomics-assisted characterization of aroma and off-flavor contributors in fresh and thermally treated kiwifruit juice	加拿大	Food Research International	2023.5	2023, 167, 112656	陕西师范大学	Sujuan Xu (许素娟), Wanying He (何婉莺), Jinting Yan, Runguang Zhang (张润光), Peng Wang (王鹏), Honglei Tian (田洪磊), Ping Zhan (詹萍)
10	论文	Characterization of the key aroma compounds in four varieties pomegranate juice by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), gas chromatography-olfactometry (GC-O), odor activity value (OAV), aroma recombination, and omission tests	中国	Food Science and Human Wellness	2023.1	2023, 12(1), 151-160	陕西师范大学	Cong Lu (卢聪), Yuyu Zhang (张玉玉), Ping Zhan (詹萍), Peng Wang (王鹏), Honglei Tian (田洪磊)

七、主要完成人情况表

姓 名	田洪磊	排 名	1
行政职务		技术职称	教授
工作单位	陕西师范大学	完成单位	陕西师范大学

对本项目技术创造性贡献：

负责项目总体设计和组织实施。创制了果汁风味品质智能化感知技术，研发了果汁产品便携式风味品质智能感知设备；探究了加工模式及顺次工序对果汁风味品质影响，明确品质异化关键靶点和异化机制；创制了果汁多级酶解增香、低度热杀菌参数靶向优化及特征组分回填融合等技术，有效实施了果汁风味品质稳态化定向调控；同时与相关企业紧密合作，开展了项目创新技术的示范推广工作，对该项目创新点中的第 1、2、3 项做出了创造性贡献。

姓 名	詹萍	排 名	2
行政职务		技术职称	教授
工作单位	陕西师范大学	完成单位	陕西师范大学

对本项目技术创造性贡献：

在本项目中主要负责西北典型果汁特征风味及加工后异味的解析与鉴定、异味物质溯源表征及果汁异化机制的研究。依托项目组研发的智能感知设备对果汁加工进程中关键工序参数与条件优化设计，协助项目团队负责人创制了果汁天然果香稳态化/回填技术和低度热杀菌参数靶向优化技术，确保果汁本真特征风味的高效维系，对创新点中的第 1、2、3 项做出了创造性贡献。

姓 名	王立霞	排 名	3
行政职务	副院长	技术职称	教授
工作单位	陕西学前师范学院	完成单位	陕西学前师范学院

对本项目技术创造性贡献：

在本项目中重点负责不同加工模式和工序参数对果汁风味物质趋变规律的研究，结合项目核心技术制定赋香靶标物质组分定向强化策略。针对相关技术与企业对接进行推广应用与示范。对创新点中的第 2 项和第 3 项做出了创造性贡献。

姓 名	王鹏	排 名	4
行政职务		技术职称	副研究员
工作单位	陕西师范大学	完成单位	陕西师范大学

对本项目技术创造性贡献：

利用多模块嗅觉感知体系结合多重变量效应解析方法构建多元化果汁智能化评定体系，研发了便携式果汁智能感知设备；明晰了蟠桃及猕猴桃汁加工中呈香品质异化机制，创新性开展了蟠桃汁多级靶向酶解赋香技术和猕猴桃汁外源精氨酸护色赋香调控，并针对相关技术与企业对接进行推广应用与示范，对创新点中的第 1、2、3 项做出了创造性贡献。

姓 名	张润光	排 名	5
行政职务	实验室主任	技术职称	正高级实验师
工作单位	陕西师范大学	完成单位	陕西师范大学
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>参与制定了相关研究计划和实施方案，开展了鲜榨汁原料冻藏及热杀菌对猕猴桃汁和蟠桃汁风味影响，参与了热加工模式下猕猴桃汁和蟠桃汁风味品质异化机制解析。对创新点 2 做出了创造性贡献。</p>			

姓 名	张玉环	排 名	6
行政职务		技术职称	副教授
工作单位	陕西师范大学	完成单位	陕西师范大学
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>主要开展果汁特征呈香组分的电化学感知研究，协同创制了果汁风味品质智能化感知技术，参与相应智能化感知设备电化学传感器构建与筛选。对创新点 1 和 2 做出了创造性贡献。</p>			

姓 名	施琳	排 名	7
行政职务		技术职称	副研究员
工作单位	陕西师范大学	完成单位	陕西师范大学
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>在本项目中重点负责果汁及其相应产品风味品质调控技术的创制与应用，结合低度热杀菌参数靶向优化及特征组分回填融合等技术创新性地制定了不同果汁风味定向强化策略。针对相关技术与企业对接进行推广应用与示范。对创新点 2 和 3 做出了创造性贡献。</p>			

姓 名	夏宇	排 名	8
行政职务		技术职称	讲师
工作单位	陕西科技大学	完成单位	陕西科技大学
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>参与完成了典型果汁呈味属性效应关系解析及其制备进程中异味物质和异味前体与中间体反应网络的构建，并作为主要研究人员实施了果汁智能感知设备的研发与应用。针对相关技术与企业对接进行推广应用与示范。对创新点中的第 1、2 项做出了创造性贡献。</p>			

姓 名	何婉莺	排 名	9
行政职务		技术职称	副研究员
工作单位	陕西师范大学	完成单位	陕西师范大学
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>主要对不同加工模式典型果汁异味呈现进行溯源解析，参与创制了果汁风味品质智能感知技术。对创新点 1 和 2 做出了创造性贡献。</p>			

姓 名	骆莹	排 名	10
行政职务		技术职称	副教授
工作单位	陕西师范大学	完成单位	陕西师范大学
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>主要开展杀菌参数对果汁嗜酸耐热菌控制研究，参与开展了果汁低度热杀菌参数的靶向优化。对创新点 3 做出了创造性贡献。</p>			

八、主要完成单位情况表

单位名称	陕西师范大学
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>作为本项目的依托单位，陕西师范大学为项目的顺利完成并取得优异成绩做出了重要贡献，主要表现为：(1) 组织并完成了项目策划和实施工作；(2) 为项目的顺利实施提供了人力资源与优质的工作环境与场所；(3) 提供了本项目所需的设备、能源、图书资料和数据库等资源。食品工程与营养科学学院提供了样品风味物质解析、鉴定与表征、靶标赋香物质富集重组示踪、风味品质定量预测模型构建等相关实验设备和相关产品中试加工线与配套组装设备，为本项目的开展提供了充分的实验设备条件；(4) 在项目成果完成中对第 1、2、3 项创新点均做出了创造性贡献。</p>	

单位名称	陕西科技大学
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>作为项目的合作单位，陕西科技大学为项目的顺利完成并取得优异成绩做出了重要贡献，主要表现在：(1) 组织并完成了项目策划和实施工作；(2)为项目的顺利实施提供了人力资源与优质的工作环境与科研场所；(3)提供了项目所需的设备、能源、图书资料和数据库等资源；(4)对项目成果中第 1、2 项创新点均做出了创造性贡献。</p>	

单位名称	陕西学前师范学院
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>作为项目的合作单位，陕西学前师范学院为项目的顺利完成做出了重要贡献，主要表现为：(1) 协助组织并完成了项目策划和实施工作；(2) 为项目的顺利实施提供了人力资源与优质的工作环境与科研场所；(3) 提供了项目所需的设备、能源、图书资料和数据库等资源；(4)对 项目成果中第 2、3 项创新点均做出了创造性贡献。</p>	

九、完成人合作关系说明

本项目完成人包括：田洪磊、詹萍、王立霞（陕西学前师范学院）、王鹏、张润光、张玉环、施琳、夏宇（陕西科技大学）、何婉莺、骆莹。本项目主要完成人田洪磊与詹萍、王鹏、张玉环合作完成专利 1；田洪磊与张玉环、詹萍、王鹏合作完成专利 2；田洪磊与王鹏、詹萍合作完成专利 3、专利 4 和软件著作权 1；田洪磊与施琳、王鹏、詹萍合作完成专利 5；田洪磊与王鹏、詹萍合作完成代表性论文 1、代表性论文 3 和代表性论文 4；田洪磊与何婉莺、张润光、王鹏、詹萍合作完成代表性论文 2；田洪磊与王鹏、詹萍、张润光、骆莹、何婉莺合作完成相关核心技术产业转化和合作；田洪磊与王鹏、王立霞、詹萍、张润光、张玉环、施琳、夏宇、骆莹共同获得陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	共同知识产权	詹萍 2; 王鹏 4; 张玉环 6; 田洪磊 1;	2021 年	CuO@CNFs 复合材料在检测猕猴桃汁香气成分反式-2-己烯醛的应用及方法	授权专利 1
2	共同知识产权	田洪磊 1; 张玉环 6; 詹萍 2; 王鹏 4;	2021 年	氧化亚铜@金纳米模拟酶及制备方法和应用	授权专利 2
3	共同知识产权	田洪磊 1; 王鹏 4; 詹萍 2;	2015 年	一种清香型蟠桃香精及其制备方法和应用	授权专利 3 (已转化)
4	共同知识产权	王鹏 4; 詹萍 2; 田洪磊 1;	2021 年	一种浓缩猕猴桃杀菌装置	授权专利 4
5	共同知识产权	施琳 7; 王鹏 4; 田洪磊 1; 詹萍 2;	2022 年	一种果泥加工装置	授权专利 5
6	共同知识产权	王鹏 4; 田洪磊 1; 詹萍 2;	2020 年	基于 python 自建可视化库padas 和 SVM 模型的猕猴桃汁香气品质智能分析软件 V1.0	软件著作权 1
7	论文合著	王鹏 4; 詹萍 2; 田洪磊 1;	2019 年	Aroma characteristics of cloudy kiwifruit juices treated with high hydrostatic pressure and representative thermal processes	代表性论文 1
8	论文合著	何婉莺 9; 张润光 5; 王鹏 4; 田洪磊 1; 詹萍 2;	2021 年	Volatomics-assisted characterization of aroma and off-flavor contributors in fresh and thermally treated kiwifruit juice	代表性论文 2
9	论文合著	詹萍 2; 王鹏 4; 田洪磊 1;	2020 年	Characterization of the key aroma compounds in four varieties pomegranate juice by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), gas	代表性论文 3

				chromatography-olfactometry (GC-O), odor activity value (OAV), aroma recombination, and omission tests. Food Science and Human Wellness, 2023, 12(1), 151-160	
10	论文合著	王 鹏 4; 詹 萍 2; 田洪磊 1;	2020 年	Characterization of key aroma compounds in flat peach juice based on gas chromatography-mass spectrometry-olfactometry (GC-MS-O), odor activity value (OAV), aroma recombination, and omission experiments	代表性论文 4
11	共同成果鉴定	田洪磊 1; 王 鹏 4; 詹 萍 2; 王立霞 3; 张润光 5; 张玉环 6; 施 琳 7; 夏 宇 8; 骆 莹 10; 何婉莺 9;	2018 年	科技成果鉴定“西北典型果汁风味品质智能感知和调控技术创制与应用”	科技成果评价证书
12	共同立项/结题	田洪磊 1; 张润光 5;	2018 年	国家自然科学基金：基于多重变量解析与消增模拟示踪的蟠桃汁加工中呈香品质劣变机制研究	项目任务书、结题通知
13	产业合作	田洪磊 1; 王 鹏 4; 詹 萍 2; 张润光 5; 骆 莹 10; 何婉莺 9;	2018 年	陕西千裕酒业有限公司 陕西百贤酒业有限公司 杨凌华之泮饮料有限公司 定州市辉达蜂业有限公司 沧州恩际生物制品有限公司	应用证明
14	共同获奖	田洪磊 1; 王 鹏 4; 王立霞 3; 詹 萍 2; 张润光 5; 张玉环 6; 施 琳 7; 夏 宇 8; 骆 莹 10; 何婉莺 9;	2020 年	陕西高等学校科学技术研究 优秀成果特等奖	科研获奖证书