

香辛料在果蔬保鲜中的应用及研究进展

曾丽华, 王 晋, 陈文学*

(海南大学食品学院, 海口 570228)

摘 要: 香辛料通常是指生长在热带地区的芳香植物的种子或者果实、根、树皮, 常作为调料使用。香辛料在我国的使用已有悠久的历史。我国土地辽阔, 植物资源种类繁多, 香辛料植物作为植物的一部分, 来源也十分丰富。香辛料不仅具有强烈的呈味、呈香作用, 还有较强的抑菌防腐作用。从香辛料中提取的物质能够有效地抑制微生物的生长繁殖, 延长果蔬的贮藏时间, 保持果蔬原有的品质。果蔬采后保鲜与农业的发展有着密切关系, 采用安全高效的天然植物源防腐剂运用于果蔬贮藏保鲜是今后研究的重点内容。本文介绍了香辛料的抑菌活性成分和保鲜机制, 以及香辛料在水果和蔬菜贮藏保鲜中的应用及其研究进展。最后, 对香辛料在果蔬保鲜中的应用提出了展望, 为天然食品防腐剂的研究提供参考。

关键词: 香辛料; 水果; 蔬菜; 保鲜

The application and research progress of spices in fruits and vegetables preservation

ZENG Li-Hua, WANG Jin, CHEN Wen-Xue*

(College of Food Science and Technology, Hainan University, Haikou 570228, China)

ABSTRACT: Spices usually refer to the seeds or fruits, roots and bark of the aromatic plants growing in tropical regions, which are used as condiments. The use of spices in our country has a long history. Our motherland has a vast territory and an abundance of plant resources, and the spice plants as part of the plant have abundance resources. Spices not only have strong ability to enhance the taste, but also have great bacteriostasis and preservative effect. Substances extracted from spices can effectively inhibit the growth of microorganisms, prolong storage of fruits and vegetables and keep the original quality of fruit and vegetable. Fruits and vegetables postharvest fresh-keeping has a close relationship with the development of agriculture, which is the focus of future research on adopting safe and effective natural plant sources preservative in fruit and vegetable fresh-keeping. This article introduced the effective constituents of spices and the antibacterial mechanism and summarized the application and research progress in fruits and vegetables preservation. Eventually, the outlook of application of spices in fruits and vegetables preservation was proposed which was aiming to provide a reference for researches on natural food preservatives.

KEY WORDS: spice; fruit; vegetable; preservation

基金项目: 2013 年度中西部高校提升综合实力工作资金“大学生创新创业训练计划基金项目”

Fund: Supported by the 2013-Midwestern University Enhance Comprehensive Strength Working Capital “Undergraduate Innovative Entrepreneurship Training Projects”

*通讯作者: 陈文学, 教授, 主要研究方向为热带农产品加工与安全。E-mail: hnchwx@163.com

*Corresponding author: CHEN Wen-Xue, Professor, College of Food Science and Technology, Hainan University, No. 58, Renmin Avenue, Haikou 570228, China. Email: hnchwx@163.com

1 引言

果蔬大多是以鲜活形式上市,但是由于生产的季节性、地域性和产品的易腐性,给果蔬的各个流通环节带来了许多困难^[1]。果蔬采后损失的主要原因之一是病原微生物侵染导致腐烂。研究表明,一些天然植物及其提取物具有一定的防腐抑菌作用^[2]。香辛料在中国有着悠久的历史,香辛料作为植物中的一部分,具有强烈的呈味、呈香作用和抑菌防腐作用。香辛料的抑菌程度因种类的不同而不同^[3]。具有较好的抑菌效果的香辛料有肉桂、大蒜、胡椒、丁香、茴香、姜、迷迭香、月桂、紫苏等等。

目前,国内外果蔬保鲜方法主要是物理法和化学法。前者主要是根据果蔬采后的生理特征,采用降低贮藏温度和控制贮藏库的氧气浓度、二氧化碳浓度的方法来抑制果蔬呼吸,延长贮藏时间。物理法需要大型的设施,投资大,技术要求较严格,不易被掌握。后者使用化学保鲜剂对采后的果蔬进行浸泡、涂抹、熏蒸等处理来保鲜果蔬。化学法虽然操作简单,成本低,但是残留在果蔬上的化学保鲜剂可能影响人体健康^[4]。香辛料在果蔬保鲜中应用的方式与化学法相似,主要有熏蒸、浸泡、喷洒、保鲜纸及涂膜剂等方法。但是,香辛料作为人们日常生活常用调味品,与化学保鲜剂相比,来源于天然植物中的香辛料作为防腐剂较为安全。本文主要综述了香辛料的抑菌机制及其在果蔬保鲜中的应用,并提出存在的问题及展望。

2 香辛料的抑菌成分及保鲜机制

不同的香辛料对不同的微生物有不同程度的抑制作用。马同锁等^[5]分别用姜、大蒜、八角茴香、胡椒等13种天然香料的提取液对大肠杆菌、变形杆菌、巴氏醋酸杆菌、枯草杆菌等11种微生物进行抑菌试验,结果表明,13种香辛料的提取液对细菌表现出一定的抑菌作用,对霉菌抑菌效果一般。其中,辣椒、姜、胡椒和八角茴香的抑菌效果最优。此外,不同的香辛料提取液对不同的菌种有不同的抑菌效果,其效果与浓度和作用时间有关。陈文学等^[6]发现花椒、乌药、沙姜干等16种香辛料提取物对细菌、霉菌均有一定的抑制作用,但效果不尽相同。其中,花椒对大肠杆菌、枯草杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌效果最好,沙姜干和黑胡椒对黄曲霉的抑菌效果最好,草果对黑曲霉抑菌效果最好,沙姜干对米曲霉的抑制效果较好。顾仁勇等^[7]发现牛至、丁香、连翘、三苍子及肉桂的精油对细菌、霉菌和酵母均有较强的抑制作用,肉桂抑菌能力较强,丁香次之,牛至、连翘和三苍子较弱,抑菌作用均随pH降低而增强,15 min加热处理对抑菌效果无明显影响。李永梅等^[8]发现花椒壳、花椒籽、肉桂、小茴香的精油对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌和肠炎沙门氏菌均有一定的抑菌作用。其中,肉桂精油对肠炎沙门氏菌有较强抑菌

效果,同一香辛料的不同部位和不同香辛料的抑菌效果不同。

为了进一步探究香辛料的有效抑菌成分,科研人员不断从香辛料中分离并鉴定出各种有效抑菌成分。周建华等^[9]通过分离丁香组分,发现丁香的抑菌成分富集在丁香油中,经薄层层析法分离后确认丁香酚为有效抑菌成分。丁香油对食品中常见的腐败菌和产毒素菌的最低抑制浓度基本为0.04 mL/100 mL,经乳化后最低抑制浓度值减小。徐文静等^[10]对大蒜提取物活性与薄层色谱法(thin layer chromatography, TLC)和高效液相色谱法(high performance liquid chromatography, HPLC)检测结果分析,发现大蒜提取物中的有效抑菌成分是在大蒜粉碎过程中产生的,主要是大蒜素和蒜素进一步分解生成的含硫化合物,且易挥发成分的抑菌效果也较好。付振喜^[11]比较了丁香、肉桂等10种物质的抑菌性能,筛选出具有较好抑菌性能的丁香和肉桂。通过气相色谱-质谱(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)分析鉴定,丁香精油的主要成分为丁香酚,肉桂精油主要成分为肉桂醛。实验结果表明,分别用0.3%的丁香精油和0.1%的肉桂精油处理草莓均能取得较好的保鲜效果,且复配后具有协同增效作用。Azeredo等^[12]通过实验发现牛至精油和迷迭香精油的最低抑菌浓度分别在1.25~5 $\mu\text{L/mL}$ 和20~40 $\mu\text{L/mL}$,有效成分分别为香芹酚和1,8-桉树脑。吴建挺等^[13]通过实验发现2 g/L的天竺葵精油能完全抑制6种植物病原真菌,用GC-MS联用仪鉴定出12种成分,主要有香茅醇、 α -蒎烯和芳樟醇,其中,芳樟醇抑菌活性最强。

香辛料成分抑菌机制主要有^[14-17]:降解细胞壁,破坏细胞质膜;破坏膜蛋白;胞内成分渗出、胞质凝结;分子主动运输力损耗等。张赟彬等^[18]研究了八角茴香精油及其单体成分对大肠杆菌的抑菌机制,测定菌液中的电导率、还原糖含量及蛋白质含量。结果表明,八角茴香精油及柠檬烯的抑菌效果较好,菌液中的还原糖含量、蛋白质含量及电导率均随抑菌成分浓度增加而明显增大,但发生显著变化的突变点不同。抑菌成分作用于大肠杆菌后,细胞中的小分子物质渗出,使电导率急速增加,而后菌体细胞结构逐渐被破坏,还原糖游离在菌液中,菌体细胞结构被完全破坏后,蛋白质等大分子也全部游离于菌液中,从而起到抑菌作用。彭美芳等^[19]通过测定各萃取物加入后对金黄色葡萄球菌的菌液蛋白质含量和电导率的变化,推测抑菌机制可能是草果提取物诱导菌体产生降解细胞壁和细胞膜的酶,膜的通透性增大,细胞内物质外泄,达到抑菌的目的。张慧芸等^[20]将丁香提取物作用于大肠杆菌和单增李斯特菌后,检测细菌细胞内的ATP、钾离子和钠离子含量以及细胞裂解率的变化,再结合透射电子显微镜图,分析丁香提取物对大肠杆菌和单增李斯特菌的抑菌机制是其破坏了细菌的细胞膜。 α -蒎烯能够抑制微生物细胞中线粒体的代谢活动^[21]。丁香酚使细胞膜中的蛋白质变性,并与细胞膜

中的磷脂反应破坏了细胞膜的透性, 达到抑制微生物生长的目的^[22]。大蒜素可抑制细胞生长, 导致线粒体膜去极化, 裂解 DNA, 最终使细胞死亡^[23]。香芹酚能改变枯草芽孢杆菌细胞膜中的脂肪酸的比例和结构, 导致其细胞膜的流动性下降^[24]。此外, 仍有很多香辛料提取物的抑菌机制还需进一步探究。

香辛料对果蔬的保鲜机制除抑菌作用外, 还具有降低果蔬本身的呼吸强度、降低乙烯释放量增强相关酶的活性、提高抗氧化能力、提高抗病性等作用, 从而达到果蔬保鲜的效果。杨红^[25]等人研究了丁香精油对冬枣的保鲜机制, 发现丁香精油能够降低乙烯的释放量, 使冬枣的酚合成酶活性增高。苟亚峰^[26]用 4% 的丁香叶壳聚糖保鲜微乳剂能够增加酥梨在贮藏过程中的保护酶的活性, 具有较好的保鲜效果。任艳芳等^[27]分别用壳聚糖与壳聚糖和大蒜素复配液涂膜黑提葡萄, 结果表明, 两种处理均能有效抑制黑提葡萄的呼吸强度, 延长葡萄的货架期, 但壳聚糖和大蒜复配液效果较优。吴新^[28]研究了紫苏醛等五种植物精油对杨梅和草莓的保鲜机制, 结果表明紫苏醛等三种植物精油可能提高了果实的抗氧化能力, 增强抗病相关酶的活性, 直接抑制微生物生长从而达到保鲜的目的, 而异硫氰酸烯丙酯则是通过过氧化作用抑制了微生物的生长从而达到保鲜的目的。曾晓房等^[29]通过实验发现肉桂精油处理过春甜桔后, 能够有效抑制春甜桔呼吸强度, 减缓果实衰老的速度。潘永梅^[30]用香芹酚、肉桂醛和沉香醇分别对枇杷进行保鲜, 结果表明三者都具有较好的保鲜效果, 其保鲜机制可能是这三种香辛料活性成分能够提高了果实的抗氧化能力和抗病性, 以及抑制微生物的生长。目前, 关于水果保鲜的机制研究较多, 而有关蔬菜保鲜的机制研究较少。

3 香辛料在水果保鲜中的应用

水果采摘后, 在贮藏和流通中会因微生物的大量繁殖导致腐败变质。香辛料提取物能够抑制微生物的生长, 延长水果的货架期并使其保持良好品质。Dixit 等^[31]将柑橘置于 0.3% 的茴香精油中浸泡 1 h 后能够贮藏 30 d, 并且熏蒸处理效果较好。将红毛丹与在 30 mg/mL 的肉桂精油中浸泡过的保鲜纸放在 13.5 °C, 相对湿度 95% 条件下能放置 14 d^[32]。李学红等^[33]确定了肉桂提取液和丁香提取液的最小抑菌浓度, 将等体积的丁香提取液和肉桂提取液混合制成复配液, 以未复配香辛料提取液做对照, 分别添加到涂膜液中后对草莓进行处理, 实验结果表明复配液能够有效延缓草莓在贮藏期间的品质降低。从建民等^[34]用丁香乙醇提取液对一些细菌和霉菌进行抑菌实验, 结果表明其对根霉和青霉的抑菌率较高。此外, 丁香的乙醇提取液与对照组相比, 在草莓保鲜的实验中, 水分损失、腐烂率、维生素 C 含量损失、总酸损失和可溶性固形物含量损失分别减少

19.5%、22.5%、40.23%、27% 和 2.9%, 表明丁香乙醇提取液能延长草莓的货架期和保持草莓的品质。王红艳等^[35]研究了不同浓度丁香叶油熏蒸处理对桃果实品质的影响, 结果表明, 22.5 μL/L 丁香叶油保鲜效果最好, 贮藏 35 d 时好果率为 94%, 比对照组高 46.9%, 腐烂指数和褐变指数分别比对照组低 94.1% 和 85.2%, 硬度降低了 34%, 提高了超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)的活性, 桃的呼吸强度高峰和乙烯释放量高峰分别推迟了 5 d 和 10 d, 但可溶性固形物含量与对照组没有明显差异, 这表明丁香叶油对桃有着明显的保鲜作用。赵博^[36]以鲜姜蒜和 40% 乙醇的料液比为 1:60 的组成溶液进行抽提制得抽提液, 再加入冰醋酸和壳聚糖制成涂膜液, 以蒸馏水配制的醋酸溶液为对照组。将红橘在涂膜液浸泡后捞出晾干, 每隔 10 d 测一次指标。各实验组都取得一定保鲜效果, 但是含有生姜大蒜提取物的壳聚糖涂膜液对红橘处理后, 在室温下存放了一个月后, 腐烂率仍为 0, 第 50 d 的腐烂率也仅有 5.9%, 对照组的腐烂率已接近 20%, 同时, 经过该处理的红橘在第 50 d 仍保持较好的品质。宿献贵等^[37]用不同料液比的大蒜提取液和蒸馏水对油桃进行保鲜, 实验结果表明, 不同料液比的大蒜提取液均可较好地保持油桃的品质, 延长油桃的货架期, 其中料液比为 1:10 的大蒜提取液保鲜效果最佳, 在贮藏的第 12 d, 腐烂指数为 32.6%, 低于其他组, 而对照组在第 9 d 的腐烂指数已超过 40%。钟业俊等^[38]利用茶树油和丁香酚、柠檬醛的挥发性香气来保鲜荔枝, 实验结果表明均可抑制腐败和保持品质, 且三者复配后效果更佳, 贮藏到第 18 d 时, 各项指标均优于对照组。研究发现 0.4% 肉桂精油能够有效抑制香蕉和木瓜上的炭疽菌^[39]。潘磊庆等^[40]采用丁香油熏蒸樱桃番茄的方法来保鲜, 发现处理浓度为 120 μL/L 时保鲜效果最好, 贮藏 19 d 后腐烂指数比对照组减少 70.6%, 其余指标与对照组无明显差异。尚艳双等^[41]通过不同体积分数的枫香叶精油对枇杷果实进行处理, 在温度为 5 °C 条件下贮藏 30 d, 结果表明, 枫香叶精油处理可以延缓果实硬度上升和木质素的积累, 有效的减少果实腐烂和可溶性固形物(TSS)含量的降低, 降低质量损失率和丙二醛(MDA)含量, 减弱 POD 和苯丙氨酸解氨酶(PAL)的活性, 其中 6 L/100 mL 精油保鲜效果最好。李阳等^[42]分别用不同的生姜浸提液和花椒浸提液直接喷在凤凰白花水蜜桃上, 再装入保鲜袋中置于 28~30 °C 中保藏, 结果表明, 花椒提取液的保鲜效果优于生姜浸提液, 但是, 两者均对水蜜桃的失重率没有影响; 综合来说, 50 g/L 的花椒提取液效果较好。何靖柳等^[43]从红阳猕猴桃中分离纯化出两种致病菌, 然后用肉桂、花椒、八角茴香、百里香、丁香、薄荷、艾蒿精油分别对这两种致病菌进行最低抑菌浓度(MIC)和最低杀菌浓度(MBC)的测定, 发现肉桂精油抑菌效果最好。再用不同体积浓度的肉桂精油对鲜果进行实验, 实验结果表明, 当肉桂精油的

体积浓度为 400 g/L 时,对猕猴桃的保鲜效果最好。以上研究表明,香辛料提取物具有较好的抑菌作用,在一定程度上可以抑制微生物的生长繁殖,使水果在一定时间内保持其良好品质,但不同香辛料对不同水果的保鲜效果各不相同。

4 香辛料在蔬菜保鲜中的应用

香辛料能够抑制微生物的生长,延长蔬菜的货架期并使其保持良好品质。Hartmans 等^[44]发现,香芹酮能够减少马铃薯在贮藏期的发芽率,有效地抑制马铃薯的腐烂。张恒等^[45]通过正交实验确定了当丁香、生姜和花椒的最佳重量比为 3:1:3 时对青菜保鲜效果最好,空白组的青菜第 4 d 就已经腐烂,而对照组的青菜在第 7 d 才开始出现局部腐烂,保鲜效果较为显著。对照组的青菜在第 7 d 时,维生素 C 含量比贮藏 0 d 时仅减少 2%,说明此保鲜材料可有效减少青菜中维生素 C 的损失。此外,他们还用大蒜及其提取物对蔬菜进行保鲜实验,通过实验发现蒜粉和水的比例为 1:500 时蒜粉保鲜液保鲜效果最好,但与大蒜提取液相比,40%的乙醇大蒜提取液保鲜效果较好^[46]。高晓冰等^[47]采用丁香提取物处理鲜切茄子后,较好地保持了鲜切茄子的品质,解决了在贮藏过程中的失重和褐变问题。钱昆等^[48]将黄连、甘草、丁香、肉豆蔻以质量比 1:4:4:4 复配,再用 60%乙醇提取制得的纯提取液对鲜切莴笋进行保鲜实验,结果表明鲜切莴笋的保鲜期达 7 d,且各项指标均保持良好。陈纯^[49]通过实验发现黄瓜经过 15%艾蒿提取液浸泡 7min 具有良好的保鲜效果。王建清等^[50]测定出百里香中有效抑菌成分有百里酚和香芹酚,且百里香精油对交链孢、青霉等具有明显的抑制作用,采用 0.08%的百里香精油和 1%的壳聚糖处理后的木瓜在常温下保存能够显著地降低鲜切冬瓜的失重率、腐烂率、呼吸强度、硬度、维生素 C 含量的损失。此外,王建清等^[51]将小茴香和柠檬草精油复配成保鲜液,然后对鲜切网纹瓜进行保鲜,从鲜切网纹瓜的保鲜效果来看,当小茴香精油 187.5 μL 、柠檬草精油 62.5 μL 时构成的保鲜液保鲜效果最佳。甄天元等^[52]将西兰花分别放入蒸馏水和不同质量分数的丁香提取液中浸泡 15 min,在温度为 3~5 $^{\circ}\text{C}$ 下贮藏。实验发现,15%的丁香提取液对西兰花保鲜效果最好,10%的丁香提取液次之,20%的丁香提取液与对照组的保鲜效果无明显差异。赵梅等^[53]以不同的蒜水比大蒜提取液对新鲜香菇进行保鲜,实验结果表明不同蒜水比的大蒜提取液都有保鲜效果,蒜水比为 1:5 时保鲜效果较好,随着蒜水比的增大,保鲜效果减弱。蒜水比为 1:5 时能使香菇贮藏期延长至 10 d,而空白组在第 6 d 就不具备食用价值了。梁晓明等^[54]利用不同浓度的胡椒碱-乙醇溶液对海南豇豆进行实验,结果表明当胡椒碱浓度为 0.07% 时,豇豆的保鲜效果最佳,保鲜期延长了 2 d。梁颖等^[55]用香辛料提取物处理鲜切生菜,得出最佳配比为等比例

0.25%的草果、桂皮醇提取物混合物,此配比的提取物能够有效减少质量、可溶性糖、维生素 C、叶绿素含量的损失,控制多酚氧化酶(PPO)及 POD 的活性,延长了生菜的货架期。综上所述,香辛料对蔬菜保鲜具有较好的效果。

5 存在的问题与展望

我国是果蔬生产大国,采用化学保鲜剂对果蔬进行保鲜,残留的化学保鲜剂可能会影响人们的身体健康,但植物提取物制成的保鲜剂较为安全,其中包括了香辛料及其提取物制成的保鲜剂。但是,香辛料应用于果蔬保鲜方面停留在试验阶段,技术不够成熟,产业化程度低。科研人员只对其中少数香辛料研究较多,如大蒜、丁香、肉桂等香辛料;香辛料有效抑菌成分的提取、分离及鉴定是研究和开发较为安全和高效的植物源保鲜剂的基础,而当前大多数的研究都是对香辛料的粗提物进行抑菌试验,在抑菌活性成分的分离和鉴定方面研究不够深入;对于香辛料中活性成分的抑菌机制的研究也不够深入透彻;对香辛料提取物进行毒理评价也比较少。因此,进一步分离鉴定香辛料中的有效抑菌成分是必不可少的工作。此外,还应对其抑菌机制深入探索和研究,对其有效成分的构效关系和化学合成进行研究,在此基础上,将香辛料复配或与其他抑菌物质组合使用可增强香辛料的抑菌效果,还可将微囊化和可食用膜技术用于果蔬保鲜方面,能够缓释香辛料有效成分,可有效延长其抑菌效果,为香辛料在果蔬保鲜中的实践应用打下基础,提供研究方向和思路。

参考文献

- [1] 阮征, 吴谋成. 我国果蔬贮藏保鲜产业的现状与发展对策[J]. 食品与发酵工业, 2002, 05: 60-63.
Ruan Z, Wu MC. The status and developing strategies of storage and fresh-keeping of fruits and vegetables in China [J]. Food Ferm Ind, 2002, 05: 60-63.
- [2] 杨巍巍. 植物精油在果蔬保鲜中的应用[J]. 农产品加工(学刊), 2013, 20: 71-72, 75.
Yang WW. The application of plant essential oil in fruits and vegetables preservation [J]. Acad Period Farm Products Proc, 2013, 20: 71-72, 75.
- [3] 王劼, 张水华. 香辛料及其应用[J]. 广州食品工业科技, 2000, 01: 46-48.
Wang J, Zhang SH. Spices and its application [J]. Guangzhou Food Sci Technol, 2000, 01: 46-48.
- [4] 高海生, 梁建兰, 柴菊华. 果蔬贮藏保鲜产业现状、研究进展与科技支持[J]. 食品与发酵工业, 2008, 09: 118-123.
Gao HS, Liang JL, Chai JH. The present situation, research progress, the science and technology support on the storage industry of fruits and vegetables [J]. Food Ferm Ind, 2008, 09: 118-123.
- [5] 马同锁, 张红兵, 刘月英, 等. 十三种天然香辛料的抑菌作用研究[J]. 山西食品工业, 2005, 01: 8-10, 16.
Ma TS, Zhang HB, Liu YY, et al. The study of the bacteriostatic action of 13 kinds of natural spices [J]. Shangxi Food Ind, 2005, 01: 8-10, 16.

- [6] 陈文学,李婷,侯晓东,等.香辛料提取物抑菌作用的研究[J].中国酿造,2007,09:12-14.
Chen WX, Li T, Hou XD, *et al.* Study on the antimicrobial effects of spice extractions [J]. China Brew, 2007, 09: 12-14.
- [7] 顾仁勇,张石峰,刘莹莹,等.五种香辛料精油抑菌及抗氧化性能研究[J].食品科学,2008,03:106-108.
Gu RY, Zhang SF, Liu YY, *et al.* Study on anti-oxidation and bacteriostasis of five spices essential oil [J]. Food Sci, 2008, 03: 106-108.
- [8] 李永梅,赵丽,梁亚茹,等.4种香辛料挥发精油的提取及抑菌效果的比较[J].西北农业学报,2012,12:173-176.
Li YM, Zhao L, Liang YR, *et al.* The antibacterial activity of four kinds of spices essential oil [J]. Acta Agric Boreali-occid Sinica, 2012, 12: 173-176.
- [9] 周建新,许华,金浩.丁香油抑菌效果与抑菌成分的研究[J].食品工业,2000,03:24-25.
Zhou JX, Xu H, Jin H. The research on the bacteriostatic effects and antibacterial ingredients [J]. J Food Ind, 2000, 03: 24-25.
- [10] 徐文静,郑陪和,杜茜,等.大蒜抑菌成分提取方法及抑菌活性的研究[J].吉林农业科学,2008,03:50-54.
Xu WJ, Zheng PH, Du Q, *et al.* Studies of extraction method and activities of antifungal compounds from garlic [J]. J Jilin Agric Sci, 2008, 03: 50-54.
- [11] 付振喜.丁香等天然物质的抑菌成分在果蔬保鲜中的应用研究[D].天津:天津科技大学,2010.
Fu ZX. The research on the fruits and vegetables fresh-keeping with bacteriostasis component of natural material such as clove [D]. Tianjin: Tianjin University of Science and Technology, 2010.
- [12] Azeredo GA, Stamford TLM, Nunes PC, *et al.* Combined application of essential oils from *origanum vulgare* L. and *rosmarinus officinalis* L. to inhibit bacteria and autochthonous microflora associated with minimally processed vegetables [J]. Food Res Interl, 2011, 44(5): 1541-1548.
- [13] 吴建挺,张博,张悦丽,等.天竺葵精油抑菌活性及其主要抑菌成分[J].北京农业,2013,03:4-5.
Wu JT, Zhang B, Zhang YL, *et al.* The antibacterial activity and the main antibacterial ingredients of geranium oil [J]. Beijing Agric, 2013, 03: 4-5.
- [14] He F, Yang Y, Yang G. Studies on antibacterial activity and antibacterial mechanism of a novel polysaccharide from *Streptomyces Virginia H03* [J]. Food Control, 2010, 21(9): 1257-1262.
- [15] Devi K, Nisha SA, Sakthivel R, *et al.* Eugenol (an essential oil of clove) acts as an antibacterial agent against *Salmonella typhi* by disrupting the cellular membrane [J]. J Ethnopharm, 2010, 130(1): 107-115.
- [16] 张赟彬,缪存铅,宋庆,等.荷叶精油对肉类食品中常见致病菌的抑菌机理[J].食品科学,2010,19:63-66.
Zhang YB, Miao CQ, Song Q, *et al.* Anti-bacterial mechanism of essential oil from lotus leaves on commonly found pathogens in meat foods [J]. Food Sci, 2010, 19: 63-66.
- [17] Ultee, Smid A, Smid EJ. Influence of carvacrol on growth and toxin production by *Bacillus cereus* [J]. Inter J Food Microbiol, 2001, 64: 373-378.
- [18] 张赟彬,郭媛,江娟,等.八角茴香精油及其主要单体成分抑菌机理的研究[J].中国调味品,2011,02:28-33.
Zhang YB, Guo Y, Jinag J, *et al.* Research on antibacterial mechanism of essential oils and dominant monomer components of star anise [J]. China Cond, 2011, 02: 28-33.
- [19] 彭美芳,陈文学,李宇真,等.草果提取物对金黄色葡萄球菌抑菌机制的初探[J].食品工业科技,2013,24:79-82.
Peng MF, Chen WX, Li YZ, *et al.* Antibacterial mechanism of extract from *amomum tsao-ko* on *Staphylococcus aureus* [J]. Sci Technol Food Ind, 2013, 24: 79-82.
- [20] 张慧芸,孔保华.丁香提取物抗菌机理的研究[J].食品科学,2009,03:88-91.
Zhang HY, Kong BH. Study on antibacterial mechanism of clove extract [J]. Food Sci, 2009, 03: 88-91.
- [21] Abraham D. Effects of α -pinene on mitochondrial respiration of maize seedlings [J]. Plant Physiol Biochem, 2003, 41: 985-991.
- [22] Maria Blaszyk, Richard A Holley. Interaction of monolaurin, eugenol and sodium citrate on growth of commom meat spoil-age and pathogenic organisms [J]. Inter J Food Microbio, 1998, (39): 175-183.
- [23] Miron T, Wilchek M, Sharp A. Allicin inhibits cell growth and induces apoptosis through the mitochondrial pathway in HL60 and U937 cells [J]. J Nutr Biochem, 2008, 19(8): 524-535.
- [24] Di Pasqua R. Changes in membrane fatty acids composition of microbial cells induced by addition of thymol, carvacrol, limonene, cinnamaldehyde, and eugenol in the growing media [J]. J Agric Food Chem, 2006, 54: 2745-2749.
- [25] 杨红.丁香精油对冬枣防病保鲜效应与机理研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2006.
Yang H. Studies of the preservative effects and mechanism of clove oil on postharvest dong jujube [D]. Yangling: North West Agriculture and Forestry University, 2006.
- [26] 苟亚峰.一种植物精油保鲜微乳剂的研制及其保鲜作用测定[D].杨凌:西北农林科技大学,2008.
Gou YF. Studies on essential oil of preservation and determines the preservation effect [D]. Yangling: North West Agriculture and Forestry University, 2008.
- [27] 任艳芳,王思梦,何俊瑜,等.壳聚糖和大蒜素复合涂膜对葡萄的保鲜效果[J].贵州农业科学,2009,12,12:177-179.
Ren YF, Wang SM, He JY, *et al.* Effect of the complex coating of chitosan and allicin on fresh-keeping of grape [J]. Guizhou Agric Sci, 2009, 12, 12: 177-179.
- [28] 吴新.植物精油对草莓和杨梅保鲜的作用及机理研究[D].南京:南京农业大学,2010.
Wu X. Effects and mechanisms of essential oils on quality maintenance in postharvest strawberry and chinese bayberry fruits [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2010.
- [29] 曾晓房,高苏娟,林衍宗,等.肉桂精油对紫金春甜桔贮藏保鲜的影响[J].现代食品科技,2012,10:1.
Zeng XF, Gao SJ, Lin YZ, *et al.* Preservation effect of cinnamon essential oil on zijin sweet orange [J]. Mod Food Sci Technol, 2012, 10: 1.
- [30] 潘永梅.植物精油对枇杷果实常温保鲜的效果及其机理研究[D].南京:南京农业大学,2013.
Pang YM. Effects and mechanism of essential oils on quality maintenance of loquat fruits at room temperature [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2013.
- [31] Dixit SN, Chandra H, Ramesh Tiwarj, *et al.* Development of a botanical fungicide against blue mould of mandarins [J]. Stored Prod Res, 1995, 31(2): 165-172.

- [32] Sivakumar D, Wilson WRS, Wijesundera RLC, *et al.* Control of postharvest diseases of rambutan using cinamaldehyde [J]. *Crop Prot*, 2002, 21: 847-852.
- [33] 李学红, 马庆一, 彭雪萍, 等. 香辛料抑菌活性研究及其在草莓保鲜中的应用[J]. *食品研究与开发*, 2003, 01: 96-99.
Li XH, Ma QY, Peng XP, *et al.* The research on spices bacteriostatic activity and the application in strawberries fresh-keeping [J]. *Food Res Devel*, 2003, 01: 96-99.
- [34] 丛建民, 郝成欣. 香辛料提取物保鲜草莓研究[J]. *食品与机械*, 2007, 03: 106-108.
Cong JM, Hao CX. The research on the preservation of strawberry with spices extracts [J]. *Food Mach*, 2007, 03: 106-108.
- [35] 王红艳, 邵世达, 冯俊涛, 等. 丁香叶油对桃保鲜作用的初步研究[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2007, 09: 147-151, 156.
Wang HY, Shao SD, Feng JT, *et al.* Preliminary research on the preservatoin effect of peach with clove leaf oil [J]. *J Northwest A F Univ (Nat Sci Edit)*, 2007, 09: 147-151, 156.
- [36] 赵博. 壳聚糖生姜大蒜提取物复合保鲜剂对红橘的保鲜效果[J]. *安徽农业科学*, 2007, 20: 6228-6230.
Zhao B. Fresh-keeping effect of complex antistaling agent consisted of chitosan and extraction from ginger and garlic on red citrus [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2007, 20: 6228-6230.
- [37] 宿献贵, 董晓菊, 李文香, 等. 大蒜提取液对油桃保鲜效果的影响[J]. *安徽农业科学*, 2008, 07: 2713-2715.
Su XG, Dong XJ, Li WX, *et al.* Effects of garlic extract on the fresh-keeping effects of nectarine [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2007, 20: 6228-6230.
- [38] 钟业俊, 徐欣源, 刘成梅, 等. 茶树油、丁香酚、柠檬醛在荔枝保鲜中的应用[J]. *食品科技*, 2011, 04: 42-45.
Zhong YJ, Xu XY, Liu CM, *et al.* Effect of tea tree oil, eugenol and citral on keeping quality of litchi [J]. *Food Sci Technol*, 2011, 04: 42-45.
- [39] Maqbool M, Ali A, Alderson PG, *et al.* Postharvest application of gum arabic and essential oils for controlling anthracnose and quality of banana and papaya during cold storage [J]. *Posth Biol Technol*, 2011, 62(1): 71-76.
- [40] 潘磊庆, 朱娜, 邵兴锋, 等. 丁香精油对樱桃番茄保鲜作用的研究[J]. *食品工业科技*, 2012, 23: 335-338.
Pan LQ, Zhu N, Shao XF, *et al.* Study on the preservation of cherry tomato with clove oil [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2012, 23: 335-338.
- [41] 尚艳双, 刘玉民, 刘亚敏, 等. 枫香叶精油对枇杷低温贮藏的防腐保鲜效果[J]. *食品科学*, 2014, 02: 266-270.
Shang YS, Liu YM, Liu YM, *et al.* Effects of volatile oil from *Liquidambar formosana* leaves on the quality of loquat fruits during cold storage [J]. *Food Sci*, 2014, 02: 266-270.
- [42] 李阳, 崔志宽, 李建龙, 等. 食品源保鲜剂对凤凰水蜜桃保鲜效果的研究[J]. *天津农业科学*, 2014, 03: 62-66, 70.
Li Y, Cui ZK, Liu JL, *et al.* Research of food source antistaling agent honey peach to retain its freshness during storage [J]. *Tianjin Agric Sci*, 2014, 03: 62-66, 70.
- [43] 何靖柳, 刘继, 杜小琴, 等. 植物精油对‘红阳’猕猴桃低温贮藏保鲜效果的影响[J]. *食品工业科技*, 2014, 10. <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.1759.TS.20141015.0928.001.html>.
He JL, Liu J, Du XQ, *et al.* Preservation of ‘Red Sun’ kiwifruit fumigated with plant essential oil during cold storage [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2014, 10. <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.1759.TS.20141015.0928.001.html>.
- [44] Hartmans KJ, Diepenhorst P, Bakker W, *et al.* The use of carvone in agriculture: sprout suppression of potatoes and antifungal activity against potato tuber and other plant diseases [J]. *Ind Crop Prod*, 1995, 4(1): 3-13.
- [45] 张恒. 常用香辛料保鲜蔬菜的研究[J]. *江苏农业科学*, 2003, 01: 59-61.
Zhang H. Study on the application of commonly used spices in vegetable fresh-keeping [J]. *Jiangsu J Agric Sci*, 2003, 01: 59-61.
- [46] 张恒. 用大蒜及其提取物保鲜蔬菜研究[J]. *安徽农业科学*, 2005, 06: 1062-1063, 1086.
Zhang H. Study on the application of garlic and its extraction in vegetable fresh-keeping [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2005, 06: 1062-1063, 1086.
- [47] 高晓杉, 张浩, 孟宪军. 丁香提取物在切割茄子保鲜上的应用研究[J]. *上海蔬菜*, 2006, 01: 69-70.
Gao XS, Zhang H, Meng XJ. The application of clove extract on preservation of fresh-cut eggplant [J]. *Shanghai Veget*, 2006, 01: 69-70.
- [48] 钱昆, 周涛. 复配香辛料醇提液对鲜切莴笋保鲜的研究[J]. *食品工业科技*, 2007, 04: 204-206, 216.
Qian K, Zhou T. The research on the fresh-cut lettuce with mixture of different alcohol extract of spices [J]. *Sci Technol Food Ind*, 2007, 04: 204-206, 216.
- [49] 陈纯. 艾蒿的抑菌作用及其在果蔬保鲜中的应用[D]. 福州: 福建农林大学, 2009.
Chen C. Bacteriostatic of *artemisia argyi* and its application in fresh-keeping of fruits and vegetable [D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2009.
- [50] 王建清, 刘光发, 金政伟, 等. 百里香精油的抑菌作用及其对鲜切冬瓜的保鲜效果[J]. *包装工程*, 2009, 10: 1-4.
Wang JQ, Liu GF, Jin ZW, *et al.* Antimicrobial activity of thyme oil and its preservation effect on fresh-cut wax gourd [J]. *Pack Eng*, 2009, 10: 1-4.
- [51] 王建清, 杨艳, 金政伟, 等. 小茴香/柠檬草提取精油对鲜切网纹瓜的保鲜效果[J]. *包装工程*, 2010, 21: 4-6, 58.
Wang JQ, Yang J, Jin ZW, *et al.* Fresh-keeping effect of fennel and lemongrass essential oil on fresh-cut net-ted melons [J]. *Pack Eng*, 2010, 21: 4-6, 58.
- [52] 甄天元, 彭晓蓓, 李文香, 等. 丁香提取液对鲜切西兰花保鲜效果的影响[J]. *食品科学*, 2011, 10: 279-282.
Zhen TY, Peng XB, Li WX, *et al.* Effect of clove extract on preservation of fresh-cut broccoli [J]. *Food Sci*, 2011, 10: 279-282.
- [53] 赵梅, 刘园园. 大蒜提取液对香菇保鲜效果的影响[J]. *食品科技*, 2011, 12: 216-218.
Zhao M, Liu YY. Effect of garlic extract on fresh-keeping effect of *lentinus edoudes* [J]. *Food Sci Technol*, 2011, 12: 216-218.
- [54] 梁晓明, 李天略, 李娟娟, 等. 胡椒碱对豇豆的保鲜作用研究[J]. *安徽农业科学*, 2012, 02: 1017-1019.
Liang XM, Li TL, Li JJ, *et al.* Studies on preservation effects of piperine cowpea [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2012, 02: 1017-1019.
- [55] 梁颖, 丁莹, 闫帅, 等. 香辛料提取物对鲜切生菜的保鲜作用[J]. *江苏农业学报*, 2014, 04: 870-874.
Liang Y, Ding Y, Yan S, *et al.* Preservation of fresh-cut lettuce by spice extracts [J]. *Jiangsu J Agric Sci*, 2014, 04: 870-874.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



曾丽华, 主要研究方向为食品科学与
工程。
E-mail: 18976330255@163.com



陈文学, 教授, 主要研究方向热带农
产品加工与安全。
E-mail: hnchwx@163.com

“碳水化合物的物性学及功能特性研究”专题征稿

碳水化合物是食品中的六大营养素之一, 是食品的主要成分, 对于食品的“色、香、味、形、质”以及营养功能均具有重要的影响作用。

鉴于此, 本刊特别策划了“**碳水化合物的物性学及功能特性研究**”专题, 由天津科技大学的张民教授担任专题主编。张教授现任天津科技大学食品工程与生物技术学院院长。本专题主要围绕**碳水化合物的物性学特性(包括: 力学特性、流变学特性、质构特性、介电特性、热特性和凝胶性等)、功能特性、应用特性、结构特性**展开。探讨**碳水化合物的组成、分子结构**等对加工特性以及**食品质量的影响**或者针对您认为在碳水化合物的研究方面有意义的内容进行研讨, 计划在**2015年5月**出版。

鉴于您在该领域的成就, 本刊编辑部及**张民教授**特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。请在**2015年4月20日**前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

感谢您的参与和支持!

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsqa@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部