

# 迷迭香提取物在食物储藏过程中的应用研究进展

魏 婷<sup>1,2</sup>, 王锦珂<sup>1,2</sup>, 徐浩飞<sup>1,2</sup>, 刘欣然<sup>1,2</sup>, 张志林<sup>1</sup>, 史红安<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>湖北工程学院特色果蔬质量安全控制湖北省重点实验室, 湖北 孝感

<sup>2</sup>湖北工程学院生命科学技术学院, 湖北 孝感

Email: \*shihongan1991@163.com

收稿日期: 2021年7月5日; 录用日期: 2021年8月7日; 发布日期: 2021年8月16日

## 摘 要

植物源保鲜剂具有高效、低毒、对环境友好等特点, 研发天然高效、安全无毒的植物源防腐保鲜剂已成为生鲜农产品防腐、保鲜的热点。迷迭香(*Rosmarinus officinalis* L.)属唇形科灌木, 是一种重要的香料植物和草药植物, 主要含有迷迭香酸、鼠尾草酸、鼠尾草酚等成分, 具有良好的抑菌和抗氧化效果, 被广泛应用于食品保鲜领域。本研究综述了迷迭香提取物主要成分的作用, 以及迷迭香保鲜的作用机理, 和其在肉制品、水产品 and 油脂储藏过程中的应用。现代食品保鲜, 依靠单一的保鲜方式都不足以满足要求, 复配型的迷迭香天然抗氧化剂有着广泛的研究前景, 可进行更深层次且多方面的研究, 以期在食品领域的开发利用开辟新途径, 为探究迷迭香提取物结合其他物质在食品上的应用提供理论支持。

## 关键词

迷迭香提取物, 抑菌, 抗氧化, 食物储藏

# Application in Food Storage of Rosemary Extracts

Ting Wei<sup>1,2</sup>, Jinke Wang<sup>1,2</sup>, Haofei Xu<sup>1,2</sup>, Xinran Liu<sup>1,2</sup>, Zhilin Zhang<sup>1</sup>, Hongan Shi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Hubei Key Laboratory of Quality Control of Characteristic Fruits and Vegetables, Hubei Engineering University, Xiaogan Hubei

<sup>2</sup>College of Life Science and Technology, Hubei Engineering University, Xiaogan Hubei

Email: \*shihongan1991@163.com

Received: Jul. 5<sup>th</sup>, 2021; accepted: Aug. 7<sup>th</sup>, 2021; published: Aug. 16<sup>th</sup>, 2021

\*通讯作者。

文章引用: 魏婷, 王锦珂, 徐浩飞, 刘欣然, 张志林, 史红安. 迷迭香提取物在食物储藏过程中的应用研究进展[J]. 食品与营养科学, 2021, 10(3): 245-251. DOI: 10.12677/hjfn.2021.103028

## Abstract

The preservative from the plant has the characteristics of high efficiency, low toxicity, and environmental friendliness, and the research and development of natural high efficiency, safe and non-toxic plant-based preservatives have become a magnet for corrosion prevention and preservation of fresh agricultural products. *Rosmarinus officinalis* L. (Lipaceae), is an important spice plant and herbal plant, which contained rosemary acid, sage acid, salvia hydro phenol, and other ingredients, and possessed good antibacterial and antioxidant effects, and is widely used in the field of food preservation. This study reviewed that the major compounds of rosemary extracts, the preservation mechanism, and its application in the storage of meat products, aquatic products, and oils. A single fresh way is not enough to meet the requirements in modern food preservation, however, compound rosemary natural antioxidants have extensive research prospects. It can be deeper and multifaceted research, which would open up new ways for the development and utilization in the field of food, and provide theoretical support to explore the rosemary extract combined with other substances.

## Keywords

*Rosmarinus officinalis* L., Antibacterial, Anti-Oxidation, Food Storage

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

生鲜农产品的生产基本集中在郊区或者农村，产品的需求端主要集中于城市。疫情发生后多地实施“封村封路”措施，生鲜农产品出现了“没人收、没车运、出不去”的问题，疫情期间全国约有 196.4 万 t(吨)生鲜农产品出现滞销，涉及 26 个省(市、区)约 900 余种农产品种类。由此引发农产品浪费、物资库存积压的问题[1] [2] [3]。新鲜的农产品在储藏、运输过程中，极易被氧气、微生物等因素的影响，导致食物氧化变质，减短食物保藏的时间，甚至产生毒素，引起食物中毒。为了延长食品的使用期，常常在食品中添加保鲜剂，如今使用范围较广的食品保鲜剂分为化学保鲜剂和植物源保鲜剂[4]。随着对保鲜剂研究的深入，发现与化学保鲜剂相比，植物源保鲜剂具有高效、低毒、对环境友好等特点[5]。研究和开发天然高效、安全无毒的植物源防腐保鲜剂代替化学防腐剂已经成为生鲜农产品防腐保鲜的热点[6]。

迷迭香(*Rosmarinus officinalis* L.)属唇形科灌木，作为药草和香料一直备受关注，具有抗氧化、抑菌、抗癌、抗炎、抗抑郁、延缓衰老等多种功效[7] [8] [9] [10] [11]。目前迷迭香提取物作为一种新型的天然抗氧化剂已被列入中国食品添加剂使用标准(GB/2760) [12]，与其他化学和天然抗氧化剂相比，抗氧化性能更好，且许多欧美国家对其添加量没有限制[13]。但由于我国对迷迭香的研究起步较晚，为促进迷迭香提取物在食品储藏中的综合开发和利用，本研究对其化学成分、作用方式，以及应用进行综述，并对其应用前景进行了展望。

## 2. 迷迭香的主要成分

迷迭香的化学成分主要分为挥发性和非挥发性两大类，挥发性物质即为精油，其主要分为 6 类：萜

类、醇类、酮类、醛类、酯类和氧化物。非挥发性物质主要分为5类：黄酮类、萜类、甾醇类、有机酸及其他[14]。二萜类化合物是迷迭香中主要的多酚类物质，是迷迭香抗氧化剂的主要成分，其中主要包括鼠尾草酸、鼠尾草酚和迷迭香酸等其衍生物毕良武等[15]采用超临界 CO<sub>2</sub> 萃取法(supercritical carbon dioxide extraction, SCDE)提取迷迭香中的抗氧化剂，平均得率为 11.93%，主要含有鼠尾草酸、鼠尾草酚和迷迭香酸等活性成分，其质量分数分别为 23.61%、7.33%和 5.13%。

## 2.1. 迷迭香酸

迷迭香酸是一种天然存在的羟基化合物，不仅在抗菌方面有显著效果，同时也有很强的抗氧化能力，使其在食品[16]、药品[17]和化妆品[18]方面得到广泛的应用。迷迭香酸甲酯是迷迭香酸的衍生物，与迷迭香酸的不同主要在于侧链羧基酯化[19]。

迷迭香酸甲酯可从牛至中分离得出，具有较好的 DPPH (1,1-二苯基-2-三硝基苯肼, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH)自由基和 ABTS (2,2'-联氮-双-3-乙基苯并噻唑啉-6-磺酸, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid))自由基阳离子清除清除能力，抗氧化活性较好[20]。丁丽敏等[21]从不同产地迷迭香中分离出的迷迭香酸甲酯和迷迭香酸的含量有显著差异，海南迷迭香的迷迭香酸含量最高(102.5 mg/g)，四川迷迭香的迷迭香酸甲酯含量最高可达(25.1 μg/g)。

## 2.2. 鼠尾草酸

鼠尾草酸是一种从迷迭香中提取的多酚类双萜化合物，其抗氧化能力优于合成抗氧化剂没食子酸丙酯、2,6-二叔丁基对甲酚、丁基羟基茴香醚和维生素 E，但弱于特丁基对苯二酚，鼠尾草酸质量浓度达到 5 μg/mL 时，对 DPPH 的清除率可以达到 90%以上[22]。在葵花籽油脂抗氧化研究中，鼠尾草酸抗氧化效果显著强于合成抗氧化剂二丁基羟基甲苯(butylated hydroxytoluene, BHT) [23]。吴胜旭等[24]提取鼠尾草酸含量可达 14.91%。不同采收期迷迭香中鼠尾草酸的含量也有所差异，在 10 月份升至最高 3.34% [25]。罗小芳等[26]提取迷迭香叶中鼠尾草酸，迷迭香叶中鼠尾草酸的提取率可达到 93.6%。

## 2.3. 鼠尾草酚

鼠尾草酚是一种二取代酚，能够有效的猝灭单重态氧并且抑制过氧化自由基的链式反应[27]。不同采收期迷迭香中鼠尾草酚的含量在 10 月份升至最高达 1.02% [24]。在何默忠等人[28]的研究中发现，不同产地的迷迭香，其鼠尾草酚的含量差异较大，在贵州都匀提取鼠尾草酚含量最高能达到 1.1%。吕岱竹等[29]用 HPLC 法测定了迷迭香超临界提取物(SFE)中的鼠尾草酚，用甲醇超声提取回收率可达 95%。

## 3. 迷迭香在食品保鲜中的作用

迷迭香化学成分丰富，生物学活性多种多样，被广泛用作食品添加剂，其抑菌、抗氧化活性能够改善食品品质，延长保鲜时间。

### 3.1. 抑菌能力

研究表明迷迭香精油对致病菌、细菌和真菌具有良好的抑制作用，被广泛应用于致病菌抑制和植物病害防治等方面。姚旭颖等[30]采用菌丝生长速率法对水稻纹枯病菌、水稻稻瘟病菌、黄瓜枯萎病菌、西瓜枯萎病菌、番茄霜霉病菌和黄瓜角斑病菌进行抑菌实验，结果表明迷迭香乙醇提取物对黄瓜枯萎病菌、水稻稻瘟病菌和番茄霜霉病菌的生长具有很好的抑制活性，当迷迭香提取物浓度在 5 mg/mL 以上时抑菌率达到 100%。董岩等[31]研究发现迷迭香精油的抑菌效果十分显著，对金黄色葡萄球菌的最小抑菌浓度为 4 mg/mL，对乙型副伤寒沙门氏菌、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌的最小抑菌浓度为 5 mg/mL。通过平板

二倍稀释法实验, 结果表明鼠尾草酸具有广谱抗菌性, 特别是大肠埃希氏杆菌、绿脓假单胞菌, 其最低抑菌浓度分别为 4  $\mu\text{g/mL}$  和 2  $\mu\text{g/mL}$ , 其抑菌活性比新尔灭、氨苄青霉素钠、红霉素更好; 对于肺炎克雷伯氏菌, 则能达到与红霉素同样的抑菌效果, 优于新洁尔灭和氨苄青霉素钠[21]。

迷迭香酸可通过改变细菌细胞膜的通透性, 而影响细胞代谢, 通过抑制 DNA 聚合酶的活性而影响 DNA 复制, 从而发挥抑菌作用[32]。迷迭香酸和  $\epsilon$ -聚赖氨酸的复合有较强的抑菌活力, 能损伤菌细胞膜, 导致蛋白质和还原糖外泄, 促使金黄色葡萄球菌表面蛋白降解, 抑制金黄色葡萄球菌表面毒力因子的毒性, 因此对金黄色葡萄球菌有较强的抑菌作用[33]。

### 3.2. 抗氧化性

迷迭香提取物的抗氧化效果与提取方式相关, 超声辅助提取物的抗氧化效果优于回流提取, 如超声辅助提取物得到总酚含量最高为 36.58 mg/g [34]。

迷迭香提取物与脂质膜之间存在相互作用, 能够改变膜的流动性或清除自由基, 阻止诱导脂肪氧化的亲水自由基在双层膜内的传播, 从而达到抗脂质氧化的效果[35]。迷迭香抗氧化剂的抗氧化能力, 能和现在市面上广为人知的超氧化歧化酶(superoxide dismutase, SOD)相媲美, 且比 SOD 酶类的化学性质更加稳定, 能够承受 190 $^{\circ}\text{C}$ ~240 $^{\circ}\text{C}$  的高温[36]。另外, 迷迭香提取物还可通过提高 ABTS 和 DPPH 的自由基清除率来提高植物油的抗氧化能力[37]。

## 4. 迷迭香应用

国外对迷迭香抗氧化作用研究较早, 对抗氧化活性成分的鉴定和提取工艺研究比较透彻; 国内也对迷迭香提取物清除自由基和抑菌等方面的活性成分进行了筛选、对提取工艺和作用机理等方面进行了研究。以此为基础研发食品保鲜剂应用于食品储藏。以下论述了迷迭香及其提取物在肉制品、水产品和油脂等保藏保鲜及加工过程中有害物质控制等方面的国内外研究进展, 以此为基础研发食品保鲜剂应用于食品储藏。

### 4.1. 迷迭香提取物在肉制品保藏加工中的应用

迷迭香提取物既能通过减缓脂肪氧化来改善肉制品品质, 又能通过抑制微生物的生长来延长肉制品的保质期, 同时还能通过维持肉色的稳定来提高肉制品贮存过程中的感官质量。殷燕等[38]研究了不同剂量迷迭香提取物对 4 $^{\circ}\text{C}$  冷藏调理猪肉饼抗脂肪氧化、抑菌能力及品质特性的影响, 结果表明: 迷迭香提取物在调理猪肉饼中表现出显著的抗氧化能力, 效果与添加 0.02% 二丁基羟基甲苯相当, 迷迭香提取物添加量为 0.06% 和 0.09% 时, 冷藏 7 d 后抑菌效果显著, 迷迭香提取物添加量为 0.06% 和 0.09% 可在一定程度上能改善肉饼颜色。腊肉通过降低食盐的使用量和添加 0.2% 的 D-异抗坏血酸钠及 0.7% 的迷迭香提取物后进行真空揉搓生产腊肉产品, 在经烘干、真空包装后在常温下保藏 6 个月之后仍然具有良好的食用风味, 并且较好地保留了传统腊肉制品的口感、香味及色泽, 具有开胃祛寒和消食的作用[39]。一定量的天然抗氧化剂迷迭香提取物和乳酸链球菌素添加到兔肉中, 最终效果较其他组在硫代巴比妥酸值(TBARS)和挥发性盐基氮(TVB-N)方面具有一定的优势, 特别是在抗脂质氧化能力方面, 既减少了化学保鲜剂的添加剂量又将兔肉的保质期延长到 7 d [40]。迷迭香提取物具备降低鸡肉冰点和抑制 TVB-N、TVC 增长的能力, 同时对 TBA 亦能抵消氯化钠及蔗糖带来的负面影响, 因此, 迷迭香提取物在鸡肉冰温贮藏中应当具有较好的应用可能性[41]。迷迭香酸提取物和一氧化碳气调包装(CO-MAP)均可降低肌红蛋白氧化程度, 使牛肉保持良好的色泽, 0.4% CO + 30% CO<sub>2</sub> + 69.6% N<sub>2</sub> 和 0.015% CAP 能更好稳定肉色[42]。苏晓琴等[43]主要研究迷迭香酸和鼠尾草酸对冷鲜肉肉色稳定性的影响, 以冷鲜肉为试材, 选择迷迭香酸(RAP)和鼠尾草酸(CAP)进行试验, 结果说明, RAP 和 CAP 可以降低肌红蛋白氧化程度, 提高肉色稳定性。



## 4.2. 迷迭香提取物对水产品保鲜中的应用

水产品蛋白质和水分含量高,自身携带了大量的细菌,在储存、加工、销售过程中易腐败变质,从而引发食源性疾病,危害消费者生命健康[44]。冷藏和冷冻是贮藏水产品的常用方式,但在贮藏过程中仍旧易出现产品的风味和颜色等感官品质下降的问题[45]。迷迭香提取物因其较好的抗氧化和抑菌作用而在水产品的保鲜领域具有广阔的应用前景。卢芸等[46]通过测定青鱼干在加工贮藏过程中探索出在生产加工过程中添加抗氧化剂迷迭香和 D-异抗坏血酸钠的最优浓度,以便在一定时期内使青鱼干的品质质量保持良好,从而延长产品的保质期。迷迭香提取物可降低冷藏及保鲜过程中的南美白对虾、白鲢鱼丸和草鱼的硫代巴比妥酸值和菌落总数,且可使其保持良好的感官特性,从而延长期货架期[47] [48] [49]。除此之外,添加了迷迭香精油的食品包装膜,对水产品也具有有良好的保鲜作用[45]。研究表明加入迷迭香提取物的流化冰可明显延缓鲈鱼样品的过氧化值(peroxide value, POV)、MDA 值和 FFA 值的升高,抑制肌原纤维蛋白羰基值、巯基值与菌落总数的上升。可有效延缓鲈鱼肉脂质的水解与蛋白质的氧化进程,抑制微生物的生长繁殖,延长鲈鱼的冰藏货架期 3~6 d [50]。

## 4.3. 迷迭香提取物在油脂储藏中的应用

因空气中的氧气、光照、微生物、酶等的作用,油脂在储藏期间易产生哈喇味,甚至是有毒化合物[51]。将迷迭香提取物作为抗氧化剂添加到油脂中,可有效抑制植物油和动物油的脂质过氧化[52] [53] [54],且在一定的添加量范围内,迷迭香抗氧化剂添加量与其对脂质过氧化的抑制作用呈正相关。迷迭香提取物抗氧化作用除了与剂量有关外,还与温度有关,在低于 150℃时,添加迷迭香抗氧化剂,油脂过氧化值增高地较慢,当高于 150℃时,过氧化值急剧增高。由此可见,在油脂中添加迷迭香抗氧化剂时,要合理控制温度,保证其低于 150℃ [52]。在控制温度相同的情况下,加热时间越长,没有添加迷迭香提取物的油茶籽油中的过氧化值、酸价、p-茴香胺值、全过氧化值越大,而添加迷迭香提取物的样品指标相对较小,由此可见,迷迭香提取物在抑制油脂氧化方面效果明显[54]。在米糠油中,脂溶性迷迭香提取物与 L-抗坏血酸棕榈酸酯具有协同增效作用,能有效抑制米糠油中饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸及多不饱和脂肪酸含量的变化,说明迷迭香提取物与其他抗氧化剂复合使用,可增强抗氧化能力。

## 5. 总结与展望

迷迭香提取物具有来源广、天然、安全无毒等优点,同时具有良好的抑菌效果和抗氧化功能。近几年,国内外的学者对迷迭香提取物进行了大量的研究,不断深入探究迷迭香提取物在食物储藏过程中对食品品质的影响,研究表明迷迭香及其提取物能够有效抑制肉制品、水产品、油脂等方面的氧化和腐败变质,并较好地保持产品的营养价值和感官性状。为今后迷迭香提取物的应用提供理论基础。

现代食品的保鲜,事实上是个系统工程,需要多种不同的技术进行组合,包括控温、气调、保湿、灭菌等等。换言之,单独的一种保鲜技术,都不足以支撑现代保鲜技术,需要根据具体产品的特征采用恰当的保鲜方式。复配型的迷迭香天然抗氧化剂在食品中的保鲜效果均优于单一的迷迭香天然抗氧化剂,但目前研究相对分散,没有形成完整的体系,主要为肉制品、水产品的研究,其他如在食用油、水果等方面的研究更少,且不够深入。因此,复配型的迷迭香天然抗氧化剂有着广泛的研究前景,可进行更深层次且多方面的研究,以期在食品领域的开发利用开辟新途径。

## 基金项目

2019 年中央引导地方科技发展专项(2019ZYD045)、湖北工程学院教学改革研究项目(2020B38)、湖北工程学院大学生创新创业训练计划项目(DC2020013)。

## 参考文献

- [1] 程琦, 王宏勋. 前置仓发展背景下我国生鲜农产品应急储备仓建设的思考[J]. 农村经济与科技, 2021, 32(3): 127-129.
- [2] 肖文金. 风险社会视角下突发疫情对生鲜农产品流通的影响及对策[J]. 经济与管理评论, 2020(4): 25-33.
- [3] 王海南, 宁爱照, 马九杰. 疫情后我国生鲜农产品供应链的优化路径与策略[J]. 农村经济, 2020(10): 107-113.
- [4] 段伟丽, 包怡红. 植物精油在食品保鲜中的应用研究[J]. 中国林副特产, 2015(1): 94-97.
- [5] 姚姝凤, 高宏, 商士斌. 抑制水果采后致腐真菌的植物资源研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2018, 30(12): 2214-2223.
- [6] 王琳, 徐金瑞. 天然食品防腐保鲜剂的发展现状及前景[J]. 塔里木大学学报, 2007, 19(1): 79-84.
- [7] 柴佳丽, 张德权, 田建文. 迷迭香提取物在肉制品中应用的研究进展[J]. 肉类研究, 2016, 30(1): 31-34.
- [8] Ulbricht, C., Abrams, T.R., Brigham, A., et al. (2010) An Evidence-Based Systematic Review of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) by the Natural Standard Research Collaboration. *Journal of Dietary Supplements*, 7, 351-413. <https://doi.org/10.3109/19390211.2010.525049>
- [9] Nieto, G., Ros, G. and Castillo, J. (2018) Antioxidant and Antimicrobial Properties of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.): A Review. *Medicines*, 5, 98. <https://doi.org/10.3390/medicines5030098>
- [10] Mena, P., Cirlini, M., Tassotti, M., et al. (2016) Phytochemical Profiling of Flavonoids, Phenolic Acids, Terpenoids, and Volatile Fraction of a Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) Extract. *Molecules*, 21, 1576. <https://doi.org/10.3390/molecules21111576>
- [11] Hanson, J.R. (2016) Rosemary, the Beneficial Chemistry of a Garden Herb. *Science Progress*, 99, 83-91. <https://doi.org/10.3184/003685016X14495646283298>
- [12] 郭擎. 迷迭香抗氧化剂的提取及在油脂中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津科技大学, 2017.
- [13] 李杰, 赵声兰, 陈朝银. 食用油天然抗氧化剂的研究与开发[J]. 食品工业科技, 2015, 36(2): 373-378.
- [14] 李玉邯. 天然香料迷迭香及其提取物开发应用的研究进展[J]. 中国调味品, 2017, 42(12): 178-180.
- [15] 毕良武, 赵振东, 李冬梅, 等. 迷迭香抗氧化剂和精油综合提取技术研究(III)——超临界 CO<sub>2</sub> 萃取法[J]. 林产化学与工业, 2007, 27(6): 8-12.
- [16] 殷燕, 张万刚, 周光宏, 等. 迷迭香的生理功能及其在食品中的应用[J]. 食品工业科技, 2014, 35(22): 364-370.
- [17] 程贤, 毕良武, 赵振东, 等. 迷迭香酸的提取纯化及生物活性研究进展[J]. 林产化学与工业, 2015, 35(4): 151-158.
- [18] 邓光辉, 高静, 王辉. 动态 pH 联接-扫集毛细管电泳法测定化妆品中迷迭香酸的含量[J]. 分析实验室, 2012, 31(7): 61-63.
- [19] 丁丽敏, 刘茜茜, 苏超男, 等. 不同药材中迷迭香酸甲酯及迷迭香酸的含量测定[J]. 烟台大学学报(自然科学与工程版), 2019, 32(2): 124-128.
- [20] Ding, H.Y., Chou, T.H. and Liang, C.H. (2010) Antioxidant and Antimelanogenic Properties of Rosmarinic Acid Methyl Ester from *Origanum vulgare*. *Food Chemistry*, 123, 254-262. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.025>
- [21] 夏田娟, 毕良武, 赵振东, 等. 鼠尾草酸的抗氧化活性及抑菌活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(1): 35-40.
- [22] 张莹, 陈小强, 杨磊, 等. 高纯度鼠尾草酸对葵花籽油脂氧化的保护作用[J]. 天然产物研究与开发, 2010, 22(1): 111-116+179.
- [23] 吴胜旭, 徐勇, 梁丽敏, 等. 富含鼠尾草酸液态提取物的制备工艺研究[J]. 现代食品科技, 2011, 27(6): 681-683.
- [24] 刘永录, 李宇伟, 连瑞丽, 等. 不同采收期迷迭香中的鼠尾草酸和鼠尾草酚含量的动态变化[J]. 河南农业科学, 2010(10): 90-92+98.
- [25] 罗小芳, 陈启燕, 王钊, 等. 迷迭香叶中鼠尾草酸的超声破碎提取工艺及其抗油脂氧化研究[J]. 中国油脂, 2019, 44(5): 118-122.
- [26] 王夺元, 常静. 迷迭香酚和鼠尾草酚对单重态氧的猝灭作用[J]. 全国食品添加剂通讯, 1992(3): 1-3.
- [27] 何默忠, 葛秀丹, 陈正收, 等. 反相高效液相色谱法测定迷迭香中鼠尾草酚、鼠尾草酸和熊果酸含量[J]. 上海医药, 2009, 30(10): 38-39.
- [28] 吕岱竹, 王明月, 袁宏球, 等. 高效液相色谱法测定迷迭香超临界提取物中的鼠尾草酸和鼠尾草酚[J]. 分析测试学报, 2006, 25(3): 109-111.
- [29] 姚旭颖, 乔竹稳, 单喜臣, 等. 迷迭香抗植物病原菌活性研究[J]. 齐齐哈尔大学学报(自然科学版), 2012, 28(1):

61-62.

- [30] 董岩, 祁伟, 周连文. 山东迷迭香挥发油化学成分及抑菌活性研究[J]. 化学研究与应用, 2015, 27(12): 1805-1810.
- [31] 孙响, 汪靖超, 李洪涛, 等. 迷迭香酸的抗菌机理研究[J]. 青岛大学学报(自然科学版), 2005, 18(4): 41-45.
- [32] 汪蕾, 刘洋, 孙杨赢, 等. 迷迭香酸协同  $\epsilon$ -聚赖氨酸对金黄色葡萄球菌的抑菌机理初探[J]. 食品工业科技, 2020, 41(14): 192-196.
- [33] 张泽生, 郭擎, 高山, 等. 不同提取方法对迷迭香提取及抗氧化效果的影响[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(3): 55-60.
- [34] 段广莹, 彭芳, 宋泽和, 等. 迷迭香提取物的生物学功能及其在动物生产中的应用[J]. 动物营养学报, 2020, 32(2): 516-522.
- [35] 王文中, 王颖. 迷迭香天然高效抗氧化剂的研究及其应用[J]. 中国食品添加剂, 1998(4): 26-28.
- [36] 朱建宇, 赵城彬, 江连洲, 等. 迷迭香提取物对大豆油抗氧化性的影响[J]. 中国食品学报, 2019, 19(11): 214-220.
- [37] 殷燕, 张万刚, 周光宏. 迷迭香提取物对冷藏调理猪肉饼品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(22): 287-292.
- [38] 付浩华. 低盐腊肉加工工艺优化[J]. 肉类工业, 2019(7): 14-18+22.
- [39] 胡建业, 毛锐, 张开放, 等. 迷迭香提取物复合保鲜剂对鲜肉类的保鲜效果研究[J]. 河南城建学院学报, 2020, 29(2): 82-86.
- [40] 周志扬, 罗鲜青, 黄丽霞, 等. 甘草抗氧化剂及迷迭香提取物在鸡肉冰温贮藏中的应用可能性[J]. 山地农业生物学报, 2020, 39(6): 74-80.
- [41] 李兆亨, 申基雪, 李舒婷, 等. 迷迭香结合气调包装对牛肉肉色稳定性的影响[J]. 食品科技, 2018, 43(1): 109-114.
- [42] 苏晓琴, 李兆亨, 申基雪, 等. 异抗坏血酸钠、茶多酚、迷迭香酸和鼠尾草酸对冷鲜肉肉色稳定性的影响[J]. 食品科技, 2017, 42(9): 112-118.
- [43] 刘胜男, 马云芳, 杜桂红, 等. 迷迭香及其提取物在食品保鲜中的应用研究进展[J]. 中国调味品, 2019, 44(6): 187-191.
- [44] 赵雪丽, 武慧慧, 赵峥山, 等. 迷迭香的提取工艺及其在食品中的应用[J]. 粮食与油脂, 2020, 33(3): 31-33.
- [45] 卢芸, 周莹, 董雪萌, 等. 抗氧化剂在淡盐青鱼干加工和贮藏中的应用研究[J]. 中国调味品, 2020, 45(1): 81-86.
- [46] 董汝月, 常晶, 宣晓婷, 等. 明胶-壳聚糖-迷迭香提取物复合膜对南美白对虾品质的影响[J]. 食品工业科技, 2020, 41(2): 283-287.
- [47] 刘楠, 李婷婷, 王当丰, 等. 迷迭香与葡萄籽复合保鲜剂对白鲢鱼丸的保鲜效果[J]. 食品与发酵工业, 2017, 43(3): 247-253.
- [48] 刘善智, 范小静, 闫合, 等. 迷迭香精油壳聚糖纳米粒的制备及其对冷藏草鱼保鲜效果研究[J]. 西北农业学报, 2019, 28(2): 288-296.
- [49] 张皖君, 蓝蔚青, 胡旭敏, 等. 竹叶提取物流化冰与迷迭香提取物流化冰处理对鲈鱼贮藏期间抗氧化活性及微生物作用影响[J]. 中国食品学报, 2020, 20(7): 151-159.
- [50] 杨龙江, 周熙成, 赵磊. 食品中的天然酚类抗氧化剂[J]. 中国食品添加剂, 2001(2): 27-30.
- [51] 毛绍春, 李竹英. 迷迭香抗氧化剂在食用油脂中的应用[J]. 保鲜与加工, 2006, 6(5): 31-32.
- [52] 李云菲, 郭晓莉, 曹腾正, 等. 迷迭香提取物对自由基诱导鱼肝油氧化及模拟消化过程中脂质氧化的抑制作用研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(21): 28-33.
- [53] 刘耀华, 宋永, 齐宝坤. 添加迷迭香提取物对油茶籽油储藏稳定性的影响[J]. 中国调味品, 2019, 44(1): 32-35.
- [54] 万苗, 周裔彬, 徐亚元, 等. 脂溶性迷迭香提取物对米糠油的抗氧化作用[J]. 中国油脂, 2013, 38(9): 52-54.