植物精油对水产品中常见微生物的抑制效应

孙　丽，　娄永江*
（宁波大学 海洋学院，浙江 宁波 315211）

摘要：研究植物精油对水产品中常见腐败致病微生物的抑制效果。采用滤纸片法测定植物精油的抑菌圈直径，筛选出3种效果较佳的精油；然后运用试管梯度稀释法测定精油对供试菌的最低抑菌浓度(MIC)；采用棋盘稀释法对3种精油的联合抑菌活性进行了研究，并以FICI值对效果进行评价。通过抑菌圈的测定，筛选出肉桂精油、紫苏精油、丁香精油，各精油对供试菌的MIC值范围分别为：0.313~0.625，0.625~2.50，0.625~2.50 μL/mL。棋盘稀释法结果表明复配精油对6种供试菌都显示出了协同或相加作用，不存在无关作用和拮抗作用。

关键词：精油；微生物；抑菌作用；水产品
中图分类号：TS 201.3　**文献标志码**：A　**文章编号**：1673—1689(2014)07—0755—07

Antibacterial Activity of Essential Oils Against Microorganism in Aquatic

SUN Li，　*LOU Yongjiang**
（School of Marine Sciences，Ningbo University，Ningbo 315211，China）

Abstract：The article has studied the inhibition effect of plant essential oil on common microorganisms in aquatic product. Method：Filter method is used to determine the bacteriostatic circle diameter of plant essential oil。As a result，three kinds of essential oils are selected. Then test-tube gradient dilution method is developed for the determination of three kinds of essential oil about bacteria minimal inhibitory concentration (MIC). Checkerboard dilution method is used for evaluating the joint bacteriostatic effect of oils by FICI value. Conclusion：Through the determination of bacteriostatic ring，cinnamon oil，Perilla oil and clove oil are selected. Each essential oil of antimicrobial MIC value range are：0.313 ~0.625，0.625 ~2.50，0.625 ~2.50 μL/mL. Checkerboard dilution method results show that the distribution of essential oils for six antimicrobial showed synergistic and additive effect；there is no independent role and antagonism.

Keywords：essential oil，microorganism，inhibitory effect，aquatic

水产品是人类重要的优质动物蛋白质来源之一，其营养价值备受人们青睐[1]。但是由于水产品自身具有高蛋白质、高含水量等特点，导致其极易发生腐败变质，而微生物尤其是细菌是导致水产品腐败变质的主要原因[2]。探求导致水产品变质的微生物种类，能有效进行品质变化的监控和产品腐败的

收稿日期：2013-12-25
基金项目：宁波市“十二五”科技攻关项目(2010A10059)，(2009C03017-3)。
* **通信作者**：娄永江(1965—)，男，浙江台州人，副教授，主要从事水产品加工与保鲜研究。E-mail：louyongjiang@nbu.edu.cn

控制,这也是水产品保鲜贮藏工作的研究基础。在水产品腐败过程中，只有部分优势细菌能大量增殖,占据主导地位,这类优势细菌被称为优势腐败菌(Specific Spoilage Organism,SSO)[3]。研究表明:在有氧冷藏中,来源于不用水域的鱼、贝类和甲壳类的SSO多为假单胞菌或者腐败希瓦氏菌[4]。此外,副溶血性弧菌和蜡样芽孢杆菌也是海产品中比较常见的致病性微生物[5],国标规定不得检出。在水产品加工处理过程中,金黄色葡萄球菌极易污染进入[6];大肠杆菌广泛分布于自然界中,是食品检验的重要指标[7]。因此,作者选取这几种水产品中常见的腐败致病微生物进行体外基础研究。

为了防治水产品的微生物,长期以来的做法是添加化学防腐剂。化学防腐剂以其使用方法简便、成本低廉、效果显著等诸多优点而被广泛应用。尽管化学防腐剂具有较好的防腐效果,但是由于化学防腐剂具有不同程度的安全问题[8],随着人们生活水平的提高和对健康的重视,天然、绿色、安全的功能性食品防腐剂的研究开发就显得越来越重要。而植物精油具有来源于自然、对人体相对安全、与环境友好、生物活性多样等特点[9],越来越引起了人们的广泛关注。目前有2 700多种植物精油被美国食品香料与萃取物制造者协会(FEMA)认定为“一般认为安全”(generally recognized as safe,GRAS)的物质,而我国国标(GB2760-2011)规定允许食品中使用的天然香料精油有401种。其中,作者研究的植物精油均在规定范围内。

目前,国内外研究表明,很多植物精油对微生物[10-12]有抑制作用。作者针对植物精油对水产品中常见的腐败致病微生物进行体外基础研究,以期为后续应用研究奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

标准菌株：腐败希瓦氏菌(*Pseudomonas putrefaciens*)，荧光假单胞菌(*Pseudomonas fluorescens*)，金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*),大肠杆菌(*Escherichia coli*),蜡样芽孢杆菌(*Bacillus cereus*)，副溶血性弧菌(*Vibrio Parahemolyticus*)。以上菌种由中国科学院微生物研究所提供。

植物精油:茶树精油、薰衣草精油、生姜精油、肉桂精油、丁香精油、薄荷精油、柠檬精油、紫苏精油、佛手柑精油、檀香精油,由广州冠欧化工科技有限公司提供。所有精油经过水蒸气蒸馏法制得,置于低温(4 ℃)、避光环境下保存。

1.2 方法

1.2.1 菌种活化与菌悬液制备 将菌种接种于相应液体培养基中培养活化24 h，连续活化2次,用0.5麦氏比浊法将菌液稀释到10^6 cfu/mL,将制备的菌悬液于4 ℃左右冷藏保存备用。

1.2.2 抑菌圈的测定 将直径D=6 mm的圆形滤纸片121 ℃下高压湿热灭菌20 min后,鼓风干燥箱中烘干。吸取上述已经制备好的菌悬液100 μL加入相应的预先制得的平板中，并用涂布棒均匀涂布。将滤纸片浸渍于精油中5 min后,取出,并在容器内壁上滤去多余试液，将滤纸片贴于含菌平板上,每组作3个平行。将处理好的平板置于生化培养箱37 ℃恒温培养24 h。精油在含菌平板上自纸片中心向周围逐步扩散,形成透明的抑菌圈。根据抑菌圈直径可以初步判断精油的抑菌效果。用十字交叉法测量抑菌圈直径,排除异常数据后,结果取平均值。同时,以不加精油的无菌滤纸片做阴性对照,选取化学防腐剂山梨酸钾(质量分数为1‰)作为阳性对照,用以比较精油的抑菌效果。

滤纸片法实验结果的判定标准是:抑菌圈直径大于20 mm为非常敏感，介于12~20为中度敏感,介于7~12为轻度敏感,无抑菌圈为不敏感[13]。

1.2.3 最低抑菌浓度MIC的测定 以丙酮为乳化剂[14],按v(丙酮):v(精油)=9:1混合,并超声波震荡混匀,备用。

按表1方法,在各试管中依次加入液体培养基和精油乳化液。然后,分别在1~10加入100 μL上述制备的菌悬液，置于生化培养箱中,37 ℃下培养24 h。培养结束后,若培养基浑浊,说明有菌生长。对于透明试管、丙酮试管以及培养基试管要用相应的营养平板进行检验。将完全抑制菌落生长的最低精油浓度定义为最低抑菌浓度(Minimum Inhibitory Concentration,MIC)[15]。同时做3组平行,另设置一个液体培养基对照和一个丙酮对照。

1.2.4 复配精油的抑菌活性测定 对筛选出的效果较佳的精油进行复配抑菌实验。采用棋盘稀释法对复配精油的抑菌活性进行测定。

取16支预先标号的无菌试管,按照横排4管×

表 1 MIC 测定实验设计

Table 1 MIC determinations in experimental design

试管号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
培养基/mL	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5
精油乳化液/μL	1 000	1~9 号管依次做二倍梯度稀释,其中 9 号管吸取 5ml 弃去								对照
精油体积分数/(μL/mL)	10	5	2.5	1.25	0.625	0.313	0.156	0.078	0.039	0

纵排 4 管进行排列,每支试管加入 5 mL 液体培养基,A 精油按横排从上至下依次加入各管中,B 精油按纵列从右至左加入到各试管中,使得 A、B 精油在方阵中的最终浓度分布如表 2 所示[16]。两种精油分别加入混合后,再加入 100 μL 的 10^6 cfu/mL 菌悬液,37 ℃恒温培养 24 h 后观察结果,同时做 3 组平行。

表 2 棋盘稀释法示意图

Table 2 Sketch map of checkerboard method

A	A_1B_4	A_1B_3	A_1B_2	A_1B_1
稀释↓	A_2B_4	A_2B_3	A_2B_2	A_2B_1
	A_3B_4	A_3B_3	A_3B_2	A_3B_1
	A_4B_4	A_4B_3	A_4B_2	A_4B_1
	←B 稀释			

注:A_1:MIC,A_2:1/2MIC,A_3:1/4MIC;A_4:1/8MIC

B_1:MIC,B_2:1/2MIC,B_3:1/4MIC;B_4:1/8MIC

棋盘稀释法的结果采用组分抑菌浓度指数 FICI(Fractional inhibitory concentration indices)进行评价[17]。FICI 计算公式如下:

$$FICI=FIC_A+FIC_B=\left(\frac{A\text{ 联合时的 MIC}}{A\text{ 单独时的 MIC}}+\frac{B\text{ 联合时的 MIC}}{B\text{ 单独时的 MIC}}\right)$$

FICI 的判定标准为:FICI<0.5 为协同作用,0.5≤FICI≤1 为相加作用,1<FICI≤2 为无关作用,FICI>2 为拮抗作用[18]。

2 结果与分析

2.1 植物精油的抑菌活性分析

10 种植物精油对供试菌的抑菌圈测定结果见表 3。

表 3 植物精油的抑菌圈直径

Table 3 Inhibitory zone diameter of essential oils

植物精油	抑菌圈直径/mm					
	大肠杆菌	荧光假单胞菌	金黄色葡萄球菌	蜡样芽孢杆菌	副溶血性弧菌	腐败希瓦氏菌
肉桂	24.5±1.8	22.7±0.3	30.0±1.1	33.1±0.6	45.3±0.7	28.9±0.2
紫苏	18.5±0.9	11.7±0.5	29.3±1.4	34.2±1.8	30.3±1.3	25.6±0.1
丁香	14.0±1.4	12.2±2.0	18.8±1.2	21.0±1.7	23.8±0.8	14.5±0.5
佛手柑	9.6±2.0	7.5±1.3	11.7±0.5	14.2±1.6	24.2±0.3	9.4±0.1
薄荷	7.1±0.5	6.7±0.5	6.8±0.7	8.3±0.8	16.5±0.5	6.2±0.2
柠檬	9.5±2.0	6.9±0.4	11.8±1.3	13.2±0.4	14.8±0.5	12.5±1.2
茶树	7.1±0.7	7.0±1.2	6.6±0.4	7.8±1.8	15.5±0.4	9.5±0.8
薰衣草	6.2±0.2	7.0±0.4	6.9±0.3	6.1±0.4	16.3±1.4	6.3±0.2
生姜	6.0±0.4	7.6±0.5	12.2±0.6	8.0±0.1	6.3±0.7	6.6±0.3
檀香	7.0±0.1	6.8±0.4	10.3±0.5	7.6±0.6	6.6±0.1	6.4±0.1
山梨酸钾	6.9±0.2	8.2±0.2	14.8±0.6	16.0±0.5	13.2±0.6	11.9±0.4

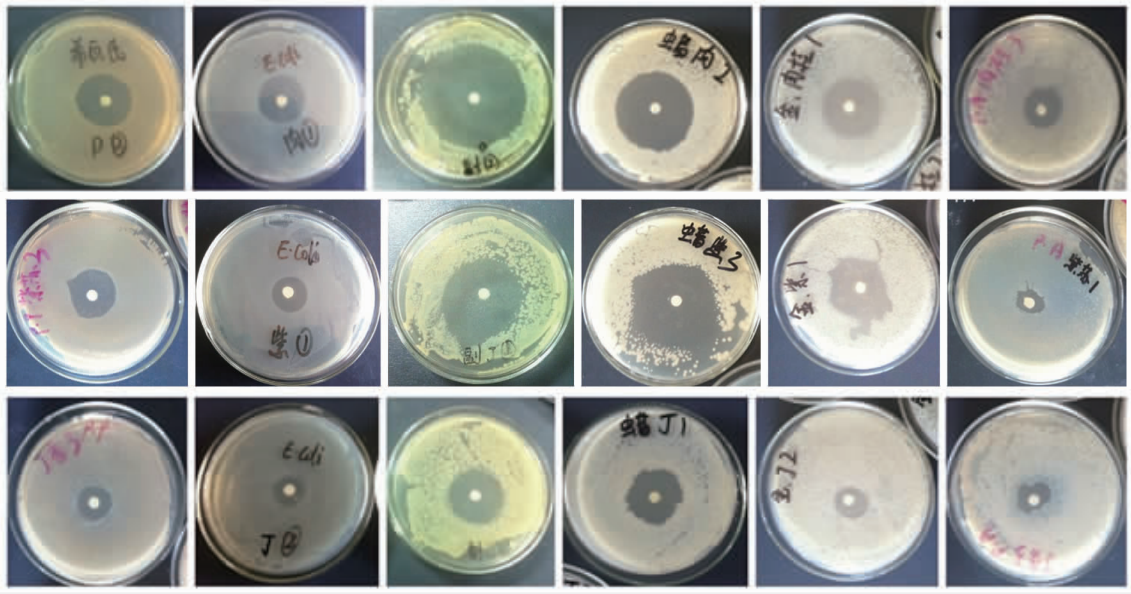
注:实验结果表示为抑菌圈直径平均值±标准偏差(3 次实验),滤纸片直径(6 mm)包含在测量结果中

由表 3 可知,肉桂精油对 6 种供试菌的抑菌活性最强,抑菌圈直径均大于 20 mm,属于非常敏感。其次,紫苏精油对金黄色葡萄球菌、蜡样芽孢杆菌、副溶血性弧菌、腐败希瓦氏菌 4 种菌达到非常敏感,对大肠杆菌也达到了中度敏感,仅仅对荧光假单胞菌效果不佳。丁香精油对 6 种菌的抑制效果也都达到了中度以上,综合比较,效果排名第三。这 3 种精油的综合抑菌效果都远优于质量分数 1‰的山

梨酸钾,而国标中规定山梨酸钾在水产品及其制品中的最大使用量为1‰。通过抑菌圈的直径大小,能够粗略筛选出肉桂精油、紫苏精油、丁香精油3种效果较佳的精油。其中对金黄色葡萄球菌和蜡样芽孢杆菌的抑制效果与莫小路[9]的研究基本一致。肉桂、紫苏、丁香3种精油对6种供试菌的抑菌效果见图1。

2.2 植物精油MIC的测定结果

对上述筛选出的3种精油(肉桂精油、紫苏精油、丁香精油),采用试管梯度稀释法分别测定其对6种供试菌的MIC值。结果如表4所示。



自左向右排列依次是:腐败希瓦氏菌、大肠杆菌、副溶血性弧菌、蜡样芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、荧光假单胞菌

图1 3种精油对6种供试菌的抑制效果

Fig. 1 Inhibiting effects of three essential oils against six microorganisms

表4 植物精油对6种菌的MIC值

Table 4 Essential oils for six kinds of bacteria MIC values

菌种	精油	抑菌剂质量浓度/(μL/mL)									MIC
		10	5	2.5	1.25	0.625	0.313	0.156	0.078	0.039	
腐败希瓦氏菌	肉桂	–	–	–	–	–	–	+	++	++	0.313
	紫苏	–	–	–	–	–	+	++	++	++	0.625
	丁香	–	–	–	–	+	++	++	++	++	1.250
大肠杆菌	肉桂	–	–	–	–	–	+	++	++	++	0.625
	紫苏	–	–	–	–	+	++	++	++	++	1.250
	丁香	–	–	–	+	++	++	++	++	++	2.50
荧光假单胞菌	肉桂	–	–	–	–	–	+	++	++	++	0.625
	紫苏	–	–	–	+	++	++	++	++	++	2.50
	丁香	–	–	–	+	++	++	++	++	++	2.50
金黄色葡萄球菌	肉桂	–	–	–	–	–	+	+	++	++	0.625
	紫苏	–	–	–	–	–	+	++	++	++	0.625
	丁香	–	–	–	–	+	++	++	++	++	1.250
蜡样芽孢杆菌	肉桂	–	–	–	–	–	+	++	++	++	0.625
	紫苏	–	–	–	–	–	+	++	++	++	0.625
	丁香	–	–	–	–	+	++	++	++	++	1.250
副溶血性弧菌	肉桂	–	–	–	–	–	–	+	++	++	0.313
	紫苏	–	–	–	–	–	+	+	++	++	0.625
	丁香	–	–	–	–	–	+	++	++	++	0.625

注:–表示无菌生长,+表示少量菌生长,++表示大量菌生长。

由表 4 分析,随着精油浓度增加,供试菌的生长逐渐受到抑制。实验所得 MIC 值也与滤纸片法初筛精油时的效果保持一致。肉桂是抗菌能力最强的精油,它对 6 种供试菌的 MIC 值都不超过 0.625 μL/mL,表现出了最强的抗菌性。紫苏精油对荧光假单杆菌的效果较肉桂精油欠佳,MIC 值为 2.5 μL/mL,但是对另外 5 种供试菌 MIC 值低于 1.25 μL/mL;丁香精油对革兰氏阴性菌荧光假单胞菌和大肠杆菌的 MIC 值为 2.5 μL/mL,对另外 4 种供试菌的 MIC 值低于 1.25 μL/mL,综合抑菌效果位列第三。丙酮对照组与空白对照的生长情况一致,培养后试管呈浑浊状态,微生物生长良好,这说明所加入的丙酮对微生物的生长没有表现出抑制作用。综合比较,肉桂、紫苏、丁香 3 种精油对水产品中常见六种供试菌的抑制效果较佳。这与王步江[20]研究的肉桂精油对大肠杆菌的 MIC 值为 0.05 μL/mL 基本一致。

2.3 复配精油的抑菌活性

采用棋盘稀释法(Checkerboard Method)对所筛选的 3 种精油的两两联合抑菌活性进行了研究,并以 FICI 值进行效果评价。精油复配组合如下:肉桂精油—紫苏精油、肉桂精油—丁香精油、紫苏精油—丁香精油,3 种精油复配后对 6 种供试菌的抑菌效果如表 5 所示。

表 5 复配精油对 6 种供试菌的 FICI 指数

Table 5 FICI indices of essential oil combinations against six tested microorganisms

菌种		肉桂–紫苏		肉桂–丁香		紫苏–丁香	
		肉桂	紫苏	肉桂	丁香	紫苏	丁香
腐败希瓦氏菌	MIC 单独	0.313	0.625	0.313	1.250	0.625	1.250
	MIC 联合	0.156	0.156	0.156	0.313	0.156	0.313
	FIC	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.25
	FICI	0.75(A)		0.75(A)		0.5(A)	
大肠杆菌	MIC 单独	0.625	1.250	0.625	2.50	1.250	2.50
	MIC 联合	0.156	0.313	0.313	0.625	0.625	1.250
	FIC	0.25	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5
	FICI	0.5(A)		0.75(A)		1(A)	
荧光假单胞菌	MIC 单独	0.625	2.50	0.625	2.50	2.50	2.50
	MIC 联合	0.313	1.25	0.313	0.625	1.25	1.25
	FIC	0.5	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5
	FICI	1(A)		0.75(A)		1(A)	
金黄色葡萄球菌	MIC 单独	0.625	0.625	0.625	1.25	0.625	1.25
	MIC 联合	0.156	0.156	0.078	0.313	0.313	0.156
	FIC	0.25	0.25	0.125	0.25	0.5	0.125
	FICI	0.5(A)		0.375(S)		0.625(A)	
蜡样芽孢杆菌	MIC 单独	0.625	0.625	0.625	1.250	0.625	1.250
	MIC 联合	0.313	0.156	0.313	0.625	0.156	0.156
	FIC	0.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.125
	FICI	0.75(A)		0.5(A)		0.375(S)	
副溶血性弧菌	MIC 单独	0.313	0.625	0.313	0.625	0.625	0.625
	MIC 联合	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156	0.156
	FIC	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.25
	FICI	0.75(A)		0.75(A)		0.5(A)	

注:S 代表协同作用(FICI<0.5),A 代表相加作用(0.5≤FICI≤1),I 代表无关作用(1<FICI≤2),AN 代表拮抗作用(FICI>2)

由表 5 可以看出,对于腐败希瓦氏菌、大肠杆菌、荧光假单胞菌和副溶血性弧菌,所有复配精油(肉桂-紫苏、肉桂-丁香、紫苏-丁香)均显示了相加作用。而对于金黄色葡萄球菌,肉桂-丁香显示出了协同作用,FICI 指数为 0.375,增效 5 倍。对于蜡样芽孢杆菌, 紫苏-丁香精油也显示出了协同作用,FICI 指数为 0.375。整个实验中,没有发现无关作用和拮抗作用,各复配精油对供试菌主要显示出相加或协同效果, 且对于不同微生物增效效果不同,这可能跟不同菌种细胞膜中脂肪酸的含量和结构差异具有种属差异差异有关[21]。

3 结 语

经过筛选和 MIC 值的测定得知,肉桂、紫苏、丁香三种精油对水产品中常见腐败致病菌具有较强的抑制作用。据研究发现,植物精油的抑菌作用主要是因为其成分中含大量的酚类、萜烯类和醛酮类物质,这些物质作用于细胞质膜后导致的[22]。目前关于具体机理的研究还不十分透彻,有待进一步的深入探讨。

复配实验显示复配后的精油存在一定的协同作用和相加作用,不存在无关作用和拮抗作用。植物精油应用于食品保鲜中最大的困扰在于精油的气味会影响食品的风味,而通过精油复配,可以大大降低精油使用量, 进而提高精油的气味可接受性。因此,将 3 种精油复合应用于水产品的保鲜具有广阔的应用前景。

参考文献:

[1] 陈蓝荪. 中国水产品进出口现状与趋势(上)[J]. 科学养鱼,2011,11(4):1-3.
CHEN Lansun. The present situation and development trend China import and export of aquatic products [J]. **Scientific Fish Farming**,2011,11(4):1-3.(in Chinese)

[2] 罗庆华. 水产品特定腐败菌研究进展[J]. 食品科学,2010,31(23):468-472.
LUO Qinghua. Research advances on specific spoilage organisms of aquatic products[J]. **Food Science**,2010,31(23):468-472.(in Chinese)

[3] 杨宪时,许钟,肖琳琳. 水产食品特定腐败菌与货架期的预测和延长[J]. 水产学报,2004,28(1):106-111.
YANG Xianshi,XU Zhong,XIAO Linlin. Aquatic food specific corruption and prediction and prolong the shelf life[J]. **Journal of Fisheries of China**,2004,28(1):106-111.(in Chinese)

[4] Lung B M,Baird-parker T C,Gould G W. The microbiological safety and quality of food[M]. Gaithersburg Maryland,USA:Aspen Publishers Inc,2000:110-115

[5] 李琳,潘子强. 水产品特定腐败菌的确定及生长模型建立研究进展[J]. 食品研究与开发,2011,32(6):152-156.
LI Lin,PAN Ziqiang. Advance on confirmation and modeling of SSO in aquatic product [J]. **Food Research and Development**,2011,32(6):152-156.(in Chinese)

[6] 宋华,江晓路. 预测微生物学发展与水产品的安全控制[J]. 中国食物与营养,2011,17(7):11-14.
SONG Hua,JIANG Xiaolu. Forecast microorganism science and safety control of aquatic products [J]. **Food and Nutrition in China**,2011,17(7):11-14.(in Chinese)

[7] Gram L,Dalgaard P. Fish spoilage bacterial problems and solutions[J]. **Current Opinion in Biotechnology**,2012,13(3):262-266.

[8] 徐芳. 浅析食品防腐剂[J]. 畜牧与饲料科学,2009,30(2):77-79.
XU Fang. Primary analysis on the food preservations [J]. **Animal Husbandry and Feed Science**,2009,30 (2):77-79.(in Chinese)

[9] 疏秀林,施庆珊,欧阳友生,等. 植物精油的抗菌特性及在食品工业中应用研究新进展[J]. 生物技术,2006,16(6):89-92.
SHU Xiulin,SHI Qinshan,OU YANG Yongsheng et al. New developments of the antimicrobial activities of essential oils and its application in food industry[J]. **Biotechnology**,2006,16(6):89-92.(in Chinese)

[10] Valero M,Salmeron M C. Antibacterial activity of 11 essential oils against Bacillus cereus in tyndallized carrot broth [J]. **International Journal of Food Microbiology**,2003,85:73-81.

[11] 李娅男,吕飞,梁浩,等. 4 种植物精油体外抑菌活性及其稳定性的研究[J]. 北京化工大学学报:自然科学版,2012,39(3):

81-85.
LI Yanan,LV fei,LIANG Hao. The antimicrobial activity of four essential oils and their stabilities [J]. **Journal of Beijing University of Chemical Technology:Natural Science Edition**,2012,39(3):81-85.(in Chinese)
[12] 吴慧清,吴清平,石立三,等. 植物精油对微生物的抑菌效果评估研究[J]. 食品科学,2008,29(12):83-86.
WU Huiqing,WU Qingping,SHI Lisan et al. Study on inhibitory effects of plant essential oils against microorganisms [J]. **Food Science**,2008,29(12):83-86.(in Chinese)
[13] Rota M C,Herrera A,Martinez R M,et al. Antimicrobial activity and chemical composition of Thymus vulgaris,Thymus zygis and Thymus hyemalis essential oils[J]. **Food Control**,2008,19:681-687.
[14] 宁蕾. 5 种植物精油的生物活性及其应用研究[D]. 桂林:广西师范大学,2011.
NING Lei. Biological activity and application of 5 Plant Essential oils[D]. Guangxi Normal University,2011.
[15] 吕爽,田呈瑞,韩莎莎. 薄荷属植物精油和多酚类的抑菌性及抗氧化性研究[J]. 食品与生物技术学报,2011,30(6):827-831.
LU Shuang,TIAN Chenrui,HAN Shasha. Study on atimicrobial and antioxidant activity of essential oils and polyphenol in mentha plants[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2011,30(6):827-831.(in Chinese)
[16] 黄亚,郭晓奎,李擎天. 棋盘稀释法在解脲脲原体药敏试验中的应用[J]. 中国微生态学杂志,2010,22(10):915-917.
HUANG Ya,GUO Xiaokui,LI Qingtian. The checkerboard dilution method in the susceptibility test for Ureaplasm a urealyticum [J]. **Chinese Journal of Microecology**,2010,22(10):915-917.(in Chinese)
[17] Hemaiswarya S,Kruthiventi A K,Doble M. Synergism between natural products and antibiotics against infectious diseases[J]. **Phytomedicine**,2008,15:639-652.
[18] 裴瑞松,周峰,籍保平,等. 肉桂醛与 5 种栅栏因子复配对大肠杆菌的抑制作用[J]. 食品与发酵工业,2007,33(11):35-38.
PEI Ruisong,ZHOU Feng,JI Baoping et al. Combined effects of cinnamaldehyde and five hurdle factors against escherichia coli [J]. **Food and Fermentation Industries**,2007,33(11):35-38.(in Chinese)
[19] 莫小路,朱庆玲,陈瑜珍,等. 几种植物精油的抗菌作用研究[J]. 中成药,2010,32(7):1213-1215.
MO Xiaolu,ZHU Qingling,CHEN Yuzhen,et al. Several kinds of plant essential oil antibacterial action research [J]. **Chinese Traditional Patent Medicine**,2010,32(7):1213-1215.(in Chinese)
[20] 王步江,刘金福,樊秀花,等. 肉桂精油抑菌活性研究[J]. 食品与机械,2011,27(6):166-167.
WANG Bujiang,LIU Jinfu,FAN Xiuhua,et al. Antimicrobial activity of cinnamon essential oil[J]. **Food & Machinery**,2011,27(6):166-167.(in Chinese)
[21] 吕飞. 天然植物精油的抑菌活性及其作用机理研究[D]. 北京:北京化工大学,2011.
[22] Ceylan E,Fung D Y C. Antimicrobial activity of spices [J]. **Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology**,2004,12:1-55.

会 议 信 息

会议名称(中文):2014 年中国微生物学会学术年会

开始日期:2014-08-15　　结束日期:2014-08-19
所在城市:黑龙江省哈尔滨市　　主办单位:中国微生物学会
摘要截稿日期:2014-06-30　　联系电话:010-64807200
E-MAIL:csm@im.ac.cn
会议网站:http://csm.im.ac.cn/templates/team/introduction.aspx?nodeid=9&page=ContentPage&contentid=2532

会议背景介绍:由中国微生物学会主办,哈尔滨工业大学与黑龙江省微生物学会共同承办的"2014 年中国微生物学会学术年会",定于 2014 年 8 月 15 日-8 月 19 日在黑龙江省哈尔滨市举行。中国微生物学会、哈尔滨工业大学、黑龙江省微生物学会,热忱欢迎全国从事微生物学研究、教学和开发的专家、学者到中国北方冰城—哈尔滨相聚一堂;与会专家、学者在进行学术交流和展示各自研究成果的同时,还可饱览具有欧式建筑风格的城市风光。会议诚邀微生物研发企业及公司参会、赞助会议,并前往会场展示自己的产品。