

DOI:10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.20190110

不同精油的抑菌效果及协同作用研究

王康莉¹, 张玲玲¹, 袁火花¹, 李慧², 杨彩梅^{1,2*}

(1.浙江农林大学 动物科技学院,浙江临安 311300;2.浙江万方生物科技有限公司,浙江安吉 313307)

[摘要] 为研究三种精油(肉桂醛、百里香酚、香兰素)的抑菌效果及其协同作用,本试验采用牛津杯法和试管二倍稀释法测定抑菌圈的值径及最小抑菌浓度,结果表明:三种精油对大肠杆菌 K88、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌都有较强的抑菌效果,在相同浓度下,抑菌效果为肉桂醛>百里香酚>香兰素;当百里香酚与肉桂醛以 4:1 复合时,对大肠杆菌 K88 的抑菌效果最佳;当肉桂醛与香兰素以 4:1 复合时,对沙门氏菌和金黄色葡萄球菌的抑菌效果最佳。综上所述,肉桂醛和百里香酚的抑菌效果优于香兰素,百里香酚与香兰素,肉桂醛和香兰素复配时具有协同作用。

[关键词] 肉桂醛;百里香酚;香兰素;抑菌直径;最小抑菌浓度(MIC)

[中图分类号] S816.7

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-3314(2019)01-0048-05

精油是一种具有挥发性的带有强烈芳香气味的液体物质,其根据植物的不同部位通过不同的提取方法(水蒸气蒸馏、挤压、冷浸、超临界 CO₂ 萃取等)(胡位荣等,2014;张俊霞等,2013;余先纯等,2010)提炼而成,其 pH 呈中性或者酸性。按照精油的化学组成,可以将精油分为四大类:萜烯类化合物、芳香族化合物、脂肪族化合物、含氮和硫化物。精油不溶于水,易溶于有机溶剂,如石油醚、乙醇等。精油作为一个潜在抗生素替代物,目前已受到广泛关注,在畜牧业中常用的精油主要有肉桂醛、百里香酚和香兰素。肉桂醛对金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus*)、大肠杆菌 (*Escherichia coli*) 和鼠伤寒沙门氏菌 (*Salmonella typhimurium*)、产气荚膜梭状芽孢杆菌 (*Clostridium perfringens*) 有很强的抑菌作用。薛京昌等(2013)研究表明肉桂醛对大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌的生长均有较强的抑制能力,且存在剂量反应,随着其浓度的增大而增强。百里香酚对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和鼠伤寒沙门氏菌 (*Salmonella typhimurium*)(韩乾杰等,2017;王改琴等,2014;Bassol 等,2012;刘猛,2011;Moon 等,2006)、产气荚膜梭状芽孢杆菌(韩乾杰等,2017)有很强的抑菌作用。有研究表明,百里香

酚能够降低仔猪空肠梭菌和链球菌的数量,提高其空肠和盲肠乳酸杆菌的数量 (Michiels 等,2009)。香兰素对不同菌种的抑菌效果不同,尤其对大肠杆菌的抑菌效果更好 (Moon 等,2006)。目前,对于精油抑菌作用虽有一定的研究,但是对不同精油的抑菌作用的比较以及不同精油复合的协同作用方面研究较少,本试验的主要目的是研究不同精油之间的协同作用,为精油的开发利用提供理论依据。

1 材料及方法

1.1 试验材料 肉桂醛(淡黄色液体)、百里香酚(无色半透明结晶)、香兰素(白色粉末)和试验中涉及到的试剂及其器材均由浙江万方科技有限公司提供。大肠杆菌 K88 (ATCC25922),金黄色葡萄球菌 (ATCC25923),购自中国菌种保藏中心。沙门氏菌 (CMCC50094),购自广东省微生物菌种保藏中心。

1.2 试验方法

1.2.1 悬浮液的制备 分别将大肠杆菌 K88、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌接种在营养琼脂上,于 37 °C 生化培养箱中培养 16 h,挑取活化的细菌菌落,营养琼脂划线培养 24 h,用无菌水将菌落洗脱下来,充分振荡,采用平板培养计数法测定细菌数量,再制成 10⁶ ~ 10⁷ cfu/mL 的悬浮液。

1.2.2 抑菌圈测定 采用牛津杯法测抑菌圈的直径大小,将规格完全一致的灭菌牛津杯置于含菌的

基金项目:浙江省重点研发项目(2017C02005)

* 通讯作者

琼脂平板上,在牛津杯中加入一定浓度的精油,培养一段时间后,会在牛津杯周围出现透明的无菌生长区,称抑菌圈。三种精油的浓度均为 10 mg/mL,复合精油的抑菌圈测定时分别加入不同混合比例的复合精油。采用 95%乙醇作为对照。在单一精油测得的抑菌圈直径,每个菌种做 3 个平行样,放入 37 ℃的生化培养箱中培养 16 ~ 20 h。重复 3 次。根据抑菌圈直径结果的判定标准(王改琴等,2014):抑菌圈直径大于 20 mm 为极度敏感,直径 15 ~ 20 mm 为高度敏感;直径 10 ~ 15 mm 为中度敏感;直径 7 ~ 9 mm 为低度敏感;抑菌圈直径 < 7 mm 为不敏感;直径越大,抗菌活性越强。

1.2.3 最小抑菌浓度 采用试管二倍稀释法测定精油对不同菌的最小抑菌浓度(MIC),每个菌种做 3 组平行,重复 3 次。

1.2.4 数据处理 采用 SPSS 16.0 统计软件进行统计分析,抑菌圈直径表示为“平均数±标准差”,MIC 以平均数表示。

2 试验结果及分析

2.1 不同精油的抑菌圈直径及最小抑菌浓度

2.1.1 肉桂醛、百里香酚、香兰素的抑菌圈直径 表 1 结果表明,百里香酚和肉桂醛的浓度为 10 mg/mL 时,其抑菌圈直径均大于 20 mm,表现为高度敏感,表明百里香酚和肉桂醛再此浓度下对 3 种菌均有很强的抑制作用。大肠杆菌对于浓度为 10 mg/mL 香兰素为中度敏感,抑菌圈直径为 14.8 mm,沙门氏菌和金黄色葡萄球菌对此浓度下的香兰素为高度敏感,抑菌圈直径大于 15 mm。表明香兰素浓度为 10 mg/mL 时有一定的抑菌作用。

2.1.2 肉桂醛、百里香酚、香兰素的最小抑菌浓度 表 2 的结果表明,百里香酚对大肠杆菌 K88 和金黄色葡萄球菌的 MIC 都是 0.156 mg/mL,对沙门氏菌的 MIC 是 0.313 mg/mL。肉桂醛对大肠杆菌 K88、金黄色葡萄球菌和沙门氏菌的 MIC 是 0.156 mg/mL。香兰素对大肠杆菌 K88、沙门氏菌的 MIC 都是 0.625 mg/mL,对金黄色葡萄球菌的 MIC 是 1.25 mg/mL。试验结果表明:肉桂醛、百里香酚和香兰素对 3 种菌均有抑制作用,百里香酚和肉桂醛的抑菌效果优于香兰素。肉桂醛对沙门氏菌的抑菌效果优于百里香酚。

2.2 肉桂醛、百里香酚、香兰素复配的抑菌效果

表 1 三种精油对不同菌的抑菌圈直径

精油	mm		
	大肠杆菌 K88	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌
百里香酚	25.2±1.23	22.3±0.98	24.4±1.32
肉桂醛	20.7±1.08	24.3±1.00	23.2±0.87
香兰素	14.8±2.40	15.9±2.13	18.8±1.80

表 2 三种精油对不同菌的

最小抑菌浓度(MIC)

精油	mg/mL		
	大肠杆菌 K88	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌
百里香酚	0.156	0.313	0.156
肉桂醛	0.156	0.156	0.156
香兰素	0.625	0.625	1.25

2.2.1 百里香酚与香兰素复配的抑菌圈直径及最小抑菌浓度

2.2.1.1 百里香酚与香兰素复配的抑菌圈直径 由表 3 可知,百里香酚与香兰素复配的抑菌直径随百里香酚所占比例而不同,两种精油复配后的抑菌效果明显优于单独使用香兰素,百里香酚与香兰素质量比为 4:1 时,其抑菌效果比单独使用香兰素时显著增强,对 3 种致病菌都表现出极度敏感。表明香兰素与百里香酚具有一定的协同作用。

表 3 复合精油(百里:香兰)抑菌圈直径

百里:香兰(质量比)	mm		
	大肠杆菌 K88	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌
6:1	24.98±1.40	19.10±1.30	18.88±2.30
4:1	20.83±2.30	25.40±0.90	21.06±1.30
2:1	19.94±1.30	22.01±1.10	15.70±1.90
1:1	23.30±2.00	17.48±2.08	14.96±2.00
1:2	22.76±1.30	15.03±1.20	13.36±1.40
1:4	20.63±2.30	12.97±1.10	12.35±1.90
1:6	23.21±1.70	11.26±1.90	11.81±1.83
1:0	25.2±1.23	22.3±0.98	24.4±1.32
0:1	14.8±2.40	15.9±2.13	18.8±1.80

2.2.1.2 百里香酚与香兰素复配的最小抑菌浓度 从表 4 结果表明,百里香酚和香兰素复配中,MIC 结果与抑菌直径的结果基本一致,对 3 种致病菌抑制作用最强的质量比是 4:1 和 6:1。

2.2.2 百里香酚与肉桂醛复配后的抑菌圈直径及最小抑菌浓度

2.2.2.1 百里香酚与肉桂醛复配的抑菌圈直径 由表 5 可知,两者复配后对于大肠杆菌,沙门氏菌和金黄色葡萄球菌的抑制作用比单独添加时无明显提高,表明百里香酚与肉桂醛复配无明显协同

表4 复合精油(百里:香兰)的最小抑菌浓度(MIC)

百里:香兰(质量比)	mg/mL		
	大肠杆菌 K88	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌
6:1	0.156	0.313	0.313
4:1	0.313	0.313	0.156
2:1	1.25	1.25	0.625
1:1	0.313	0.313	0.313
1:2	0.625	0.156	0.313
1:4	0.625	0.313	0.625
1:6	0.625	0.625	1.25
1:0	0.156	0.313	0.156
0:1	0.625	0.625	1.25

作用。对于沙门氏菌,百里香酚与肉桂醛复配的抑菌效果弱于单一精油。对于金黄色葡萄球菌,2种精油复合的抑菌效果无明显增强,试验结果表明百里香酚与肉桂醛复配对沙门氏菌和金黄色葡萄球菌无明显协同作用。

表5 复合精油(百里:肉桂)抑菌圈直径 mm

百里:肉桂(质量比)	大肠杆菌 K88	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌
6:1	20.40±1.20	15.95±1.23	23.76±0.98
4:1	26.00±1.70	15.03±2.31	21.97±1.20
2:1	18.04±0.83	15.11±1.80	25.70±1.03
1:1	16.28±1.40	15.35±1.32	22.33±1.00
1:2	18.37±2.30	18.72±1.28	25.06±1.47
1:4	21.10±1.30	17.92±1.43	25.91±1.23
1:6	21.98±1.27	18.52±2.43	27.44±1.73
1:0	25.2±1.23	22.3±0.98	24.4±1.32
0:1	20.7±1.08	24.3±1.00	23.2±0.87

2.2.2.2 百里香酚与肉桂醛复配的最小抑菌浓度由表6可知,百里香酚与肉桂醛复配时,质量比为4:1时,MIC最低。

表6 复合精油(百里:肉桂)的最小抑菌浓度(MIC)

百里:肉桂(质量比)	mg/mL		
	大肠杆菌 K88	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌
6:1	0.156	0.313	0.313
4:1	0.156	0.156	0.156
2:1	0.313	0.313	0.156
1:1	0.313	0.156	0.313
1:2	0.313	0.313	0.313
1:4	0.313	0.156	0.313
1:6	0.313	0.156	0.313
1:0	0.156	0.313	0.156
0:1	0.156	0.156	0.156

2.2.3 肉桂醛与香兰素的抑菌圈直径及最小抑菌浓度

2.2.3.1 肉桂醛与香兰素的抑菌圈直径 由表7可知,肉桂醛和香兰素复合后,质量比为2:1、4:1、6:1时,抑菌圈直径都大于20 mm,对3种细菌都表现出极度敏感。随着肉桂醛浓度占比的增加,其抑菌圈直径增大,存在剂量反应。肉桂醛和香兰素复合后的抑菌圈直径均大于香兰素单独使用时,表明肉桂醛和香兰素复合具有协同作用。

表7 复合精油(肉桂:香兰)抑菌圈直径 mm

肉桂:香兰(质量比)	大肠杆菌 K88	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌
1:1	20.83±2.00	19.19±3.11	24.04±2.08
1:2	18.73±1.75	20.30±2.64	21.61±1.83
1:4	18.69±1.51	20.15±1.97	20.09±1.65
1:6	18.42±1.17	18.52±1.58	17.87±1.84
2:1	21.31±1.67	26.65±2.83	24.15±2.32
4:1	22.93±1.70	29.07±2.67	25.76±2.43
6:1	21.66±2.10	27.95±1.96	25.16±2.05
1:0	20.7±1.08	24.3±1.00	23.2±0.87
0:1	14.8±2.40	15.9±2.13	18.8±1.80

2.2.3.2 肉桂醛与香兰素的最小抑菌浓度 由表8可知,肉桂醛与香兰素复配在质量比4:1时,对三种细菌的抑菌作用最强,最小抑菌浓度为0.156 mg/mL。

表8 复合精油(肉桂:香兰)的最小抑菌浓度(MIC)

肉桂:香兰(质量比)	mg/mL		
	大肠杆菌 K88	沙门氏菌	金黄色葡萄球菌
6:1	0.156	0.313	0.313
4:1	0.156	0.156	0.156
2:1	0.156	0.313	0.313
1:1	0.156	0.156	0.313
1:2	0.313	0.313	0.313
1:4	0.313	0.156	0.156
1:6	0.313	0.156	0.313
1:0	0.156	0.156	0.156
0:1	0.625	0.625	1.25

3 讨论

3.1 单一精油的抑菌作用 植物精油作为一个安全的绿色饲料添加剂受到广泛关注,对天然植物精油的研究较多,在三种饲用植物精油及其主要成分对猪源致病菌的抑菌作用研究中表明,肉桂油、牛至油和百里香油及其主要成分对大肠杆菌 K88 和霍乱沙门菌 A72 有着很强的抑制作用,

其抑菌活性为肉桂油>百里香酚>牛至油(王中兴等,2014)。有研究发现,在无氧条件下,香芹酚、肉桂醛、柠檬醛、柠檬烯和百里香酚对产气荚膜梭菌有抑制作用(Ouwehand等,2010)。体外试验证明,如果将马鞭草精油与氨基糖类抗生素混用,可以增强其抗生素对耐甲氧西林金黄色葡萄球菌的抑制作用(Barreto等,2014)。香兰素在食品贮藏保鲜中的应用研究中得出香兰素有着较强的抑菌作用(吕佳煜等,2015)。通过体外抑菌试验研究罗勒精油、茶树油、百里香精油等13种植物精油对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、黑根霉、园弧青霉、总状毛霉、酿酒酵母等有害微生物的抗菌作用,结果表明,百里香精油和肉桂精油抑菌活性较强(柴向华等,2016)。在21日龄断奶仔猪的饲料中添加1g/kg刺五加精油的研究中,发现刺五加精油能够显著降低仔猪肠道内的大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和沙门氏菌的含量(Fang等,2009)。在断奶仔猪日粮中添加香芹酚和百里香酚,仔猪肠道乳酸杆菌种群增多,空肠肠球菌属和大肠杆菌数量减少(阮栋,2017)。本试验选取的精油产品是化工合成精油,结果表明化工合成的肉桂醛、百里香酚、香兰素均具有较强的抑菌作用,抑菌效果为肉桂醛>百里香酚>香兰素。

3.2 复合精油的抑菌作用 通过水蒸气蒸馏提取肉桂、丁香、连翘三种香辛料挥发油的方法,分别测定了其单一作用和其两两复合对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌圈直径和MIC,结果表明,三种挥发油对两种菌均有较强的抑制作用,肉桂和丁香,肉桂和连翘复合而成的复合精油对金黄色葡萄球菌表现出协同增强的作用,而丁香和连翘复合对两种菌无协同作用(黄涵年等,2016)。通过研究迷迭香精油和肉桂精油抗菌活性中研究中得出两种精油联合使用时对白色念珠菌有协同增效作用,并且在肉桂和迷迭精油的混合比例为1:7、1:9时对黑曲霉表现出拮抗作用(贾佳等,2015)。研究表明,丁香酚3mg、百里香酚3mg、香芹酚2mg复合成的植物精油方剂,对大肠杆菌、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌都有一定的抑制作用。张志杰等(2011)报道,植物精油与复合酶制剂复合使用,能够提高肉鸡的生长性能,对其球虫病有

着很好的改善作用(赵文静,2017)。研究结果表明,将苯甲酸与百里香酚复合,该复合物可有效降低断奶仔猪腹泻率,并增加回肠中乳酸菌及盲肠中丁酸的数量(张志杰等,2011)。从植物精油与丁酸钠的体外协同抑菌效果研究中得出,丁酸钠和植物精油有着协同增效的作用(韩乾杰等,2017)。虽然精油体外抑菌效果的研究已有较多的报道,但对化工合成的精油如百里香酚、肉桂醛、香兰素的抑菌作用研究较少,本试验研究了百里香酚与肉桂醛、百里香酚与香兰素、肉桂醛与香兰素不同复配比例下对大肠杆菌K88、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌的抑菌效果,从而得出对这3种致病菌具有最佳抑菌效果的复合精油比例。本研究的结果表明,香兰素与肉桂醛、香兰素与百里香酚复合具有协同抑菌的作用,但肉桂醛与百里香酚复合无明显协同作用,其原因可能在于在本试验中,肉桂醛与百里香酚单独使用时对3种致病菌已具有极强的抑菌作用,所以两者复合没有表现协同,如果降低精油的浓度,肉桂醛与百里香酚也可以具有协同作用,不同浓度精油的抑菌作用和协同作用还需要进一步研究。本次试验只研究了部分比例复合的精油,其他比例复合可能有或者更好的抑菌和协同效果。

4 结论

单一精油的测定结果表明,百里香酚和肉桂醛对大肠杆菌K88、沙门氏菌、金黄色葡萄球菌的抑菌能力强于香兰素。

当百里香酚与肉桂醛复合比例为4:1时,对大肠杆菌K88的抑菌效果最佳;当肉桂醛与香兰素的复合比例为4:1时,对沙门氏菌和金黄色葡萄球菌的抑菌效果最佳。

参考文献

- [1] 柴向华,董艳,吴克刚,等.植物精油对食品中常见有害微生物的抑菌活性研究[J].现代食品科技,2016,32(8):123~127+114.
- [2] 韩乾杰,张玲玲,陈敏,等.植物精油与丁酸钠的体外协同抑菌效果研究[J].动物营养学报,2017,29(2):712~718.
- [3] 胡位荣,刘顺枝,谢伟文,等.无溶剂微波提取法提取柚皮精油的初步研究[J].广东农业科学,2014,41(1):93~95.
- [4] 黄涵年,阙斐.肉桂、丁香、连翘挥发油联合抑菌作用研究[J].广州化工,2016,44(11):95~98.
- [5] 贾佳,吴艳,苏莉芬,等.迷迭香精油和肉桂精油抗菌活性研究[J].黑龙江医药,2015,28(1):8~12.

- [6] 刘猛. 植物精油对仔猪生产性能、肠道微生物及免疫性能的影响[D]. 郑州: 河南农业大学, 2011.
- [7] 吕佳煜, 宋莎莎, 冯叙桥, 等. 香兰素在食品贮藏保鲜中的应用研究进展[J]. 食品科学, 2015, 36(17): 305 ~ 309.
- [8] 阮栋. 香芹酚-百里香酚混合物可降低断奶仔猪肠道氧化应激、影响特定微生物种群而不改变空肠粘膜紧密连接蛋白的 mRNA 水平[J]. 广东饲料, 2017, 26(5): 52.
- [9] 汪中兴, 侯永清, 龚茂鑫, 等. 3 种饲用植物精油及其主要成分对猪源致病菌的抑菌作用研究[J]. 饲料研究, 2014, 13: 42 ~ 45.
- [10] 王改琴, 郭本成, 王宇霄. 不同植物精油体外抑菌效果的研究[J]. 国外畜牧学-猪与禽, 2014, 4: 50 ~ 52.
- [11] 薛京昌, 徐晓怡, 郑海松. 肉桂醛对 4 种常见细菌的体外抑菌实验研究[J]. 检验检疫学刊, 2013, 4: 50 ~ 53.
- [12] 余先纯, 李湘芬, 龚铮午. 微波与超临界 CO₂ 萃取联用提取橘皮精油的研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(32): 18586 ~ 18588.
- [13] 张俊霞, 王利, 刘伟. 内蒙古丰镇市亚麻籽油的超临界 CO₂ 萃取和气质联用检测[J]. 畜牧与饲料科学, 2013, 34(1): 1 ~ 3, 8.
- [14] 张志杰, 李发弟, 汝应俊, 等. 植物精油和复合酶对肉仔鸡生产性能和球虫病防治的效果[J]. 甘肃农业大学学报, 2011, 46(3): 16 ~ 21.
- [15] 赵文静. 复合植物精油对肉仔鸡生长性能和抗病力的初步研究与应用[D]. 长春: 吉林大学, 2017.
- [16] Barreto H M, Lima I S, Coelho K M, et al. Effect of *Lippia organoides* HBK essential oil in the resistance to amino glycosides in methicillin resistant *Staphylococcus aureus* [J]. European Journal of Integrative Medicine, 2014, 6: 560 ~ 564.
- [17] Bassol N H I, Juliani R H. Essential oils in combination and their antimicrobial properties[J]. Molecules, 2012, 17(4): 3989 ~ 4006.
- [18] Diao H, Zheng P, Yu B, et al. Effects of benzoic acid and thymol on growth performance and gut characteristics of weaned piglets [J]. 2015, 28(6): 827 ~ 839.
- [19] Fang J, Yan F Y, Kong X F, et al. Dietary supplementation with *Acanthopanax senticosus* extract enhances gut health in weaning piglets[J]. Livestock Science, 2009, 123(2/3): 268 ~ 275.
- [20] Michiels J, Missotten J A M, Fremaut D, et al. In vitro characterisation of the antimicrobial activity of selected essential oil components and binary combinations against the pig gut flora [J]. Animal Feed Science & Technology, 2009, 151(1): 111 ~ 127.
- [21] Moon KD, Delaquis P, Toivonen P, et al. Effect of vanillin on the fate of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in a model apple juice medium and in apple juice [J]. Food Microbiology, 2006, 23(2): 169 ~ 174.
- [22] Moon KD, Delaquis P, Toivonen P, et al. Effect of vanillin on the fate of *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in a model apple juice medium and in apple juice [J]. Food Microbiology, 2006, 23(2): 169 ~ 174.
- [23] Ouwehand A C, Tiihonen K, Kettunen H, et al. In vitro effects of essential oils on Potential pathogens and beneficial members of the normal micro biota [J]. Veterinarian Medicina, 2010, 55: 71 ~ 78.
- [24] Ouwehand A C, Tiihonen K, Kettunen H, et al. In vitro effects of essential oils on Potential pathogens and beneficial members of the normal micro biota [J]. Veterinarian Medicina, 2010: 71 ~ 78.

Bacteriostasis and synergistic effect of different essential oil

WANG Kangli¹, ZHANG Lingling¹, YUAN Huohua¹, LI Hui², YANG Caimei^{1,2*}

(1. College of Animal Science and Technology, Zhahejiang A&F University, Lin'an, Zhejiang Province 311300, China;

2. Zhejiang Wanfang Biotechnology Co., Ltd., Anji, Zhejiang Province 313307, China)

[Abstract] The purpose of this experiment was to study the antibacterial effect of essential oils (cinnamaldehyde, thyme oil, vanillin) and their synergistic effects. Oxford Cup method and minimum inhibitory concentration (MIC) method were used in this study. The results showed that all three kinds of essential oils had strong antibacterial effect on *Escherichia coli* K88, *Salmonella* and *Staphylococcus aureus*, with the order cinnamaldehyde > thyme oil > vanillin under the same concentration. The best antibacterial effect of *Escherichia coli* K88 was the combination of thymol oil and cinnamic aldehyde, and the mass ratio of thymol oil to cinnamic aldehyde was 4:1. The best antibacterial effect of *Salmonella* was the combination of cinnamic aldehyde and vanillin, and the mass ratio of cinnamic aldehyde to vanillin was 4:1. The best antibacterial effect of *Staphylococcus aureus* was the combination of thymol and cinnamic aldehyde, and the mass ratio of thymol oil to cinnamic aldehyde was 4:1. It was concluded that the antibacterial effect of cinnamic aldehyde and thymol oil was superior to that of vanillin, and there was synergistic effect when cinnamic aldehyde or thymol oil was combined with vanillin.

[Key words] cinnamaldehyde; thyme oil; vanillin; antibacterial diameter; minimum inhibitory concentration (MIC)