

3M Petrifilm™ 肠杆菌科测试片的评价

张西萌, 付溥博, 魏咏新, 魏海燕, 李 丹, 马 丹, 曾 静*

(中国海关科学技术研究中心, 北京 100026)

摘 要: **目的** 评价 3M Petrifilm™ 肠杆菌科测试片在食品检测中的准确性和适用性。**方法** 以 SN/T 2775—2011 的要求为基础, 采用 3M Petrifilm™ 肠杆菌科测试片法和参考方法 GB 4789.41—2016 进行实验评价, 包括线性和准确度、包容性和排他性、耐变性、批间变异及协同实验。**结果** 测试片方法检测结果与国家标准方法检测结果比较无显著差异, 耐变性和批间结果亦无显著差异。**结论** 3M Petrifilm™ 肠杆菌科测试片能满足食品样品的检测要求, 可以作为检测肠杆菌科细菌的一种有效检测方法。

关键词: 肠杆菌科; 食品; 评价方法

Evaluation of 3M Petrifilm™ *Enterobacteriaceae* test tablets in detection field

ZHANG Xi-Meng, FU Pu-Bo, WEI Yong-Xin, WEI Hai-Yan, LI Dan, MA Dan, ZENG Jing*

(Beijing Customs Science and Technical Research Center, Beijing 100026, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the accuracy and applicability of 3M Petrifilm™ *Enterobacteriaceae* test tablets in food testing. **Methods** Based on the requirements of SN/T 2775—2011, 3M Petrifilm™ *Enterobacteriaceae* test tablet method and reference method GB 4789.41—2016 were used for experimental evaluation, including linearity and accuracy, inclusiveness and exclusivity, tolerance, inter batch variation and collaborative experiment. **Results** There was no significant difference between the test results of the test sheet method and the national standard method, and there was no significant difference between the test results of denaturation tolerance and inter batch. **Conclusion** 3M Petrifilm™ *Enterobacteriaceae* test tablet can meet the detection requirements of food samples, and can be used as an effective method for detecting *Enterobacteriaceae* bacteria.

KEY WORDS: *Enterobacteriaceae*; food; evaluation method

0 引 言

肠杆菌科细菌在自然界中广泛存在, 包括无芽孢、周身鞭毛或无鞭毛的革兰氏染色阴性直杆菌^[1]根据生化反应及抗原构造分类, 其具体可以分为 5 个族 12 个属, 其中包含致病菌如沙门氏菌属、志贺氏菌属等^[2-3]。目前, 我国强制性标准《食品安全国家标准 食品微生物学检验》(GB

4789 系列)都是以传统微生物学培养作为检验方法^[4]。同时培养基质量控制极其重要, 其好坏直接影响检测结果的准确性^[5-7]。随着人们对微生物检测技术的不断提升, 商品化测试片因具有简便、易于识别、可以节约大量培养基配制和操作时间等优点在近年来得到广泛应用^[8]。为了更加科学规范的使用这类产品, 本研究根据 SN/T 2775—2011《商品化食品检测试剂盒评价方法》^[9]的要求, 同时与参考方

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC1601602)

Fund: Supported by the National Key Research and Development Program(2017YFC1601602)

*通信作者: 曾静, 博士, 研究员, 主要研究方向为食品微生物。E-mail: jingzeng_cn@163.com

*Corresponding author: ZENG Jing, Ph.D, Professor, Beijing Customs Technical Center, Beijing 100026, China. E-mail: jingzeng_cn@163.com

法 GB 4789.41—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 肠杆菌科检验》^[10]对 3M Petrifilm™ 肠杆菌科测试片进行了评价实验, 以期为食品中微生物监控提供参考。

1 材料与方法

1.1 标准菌株

大肠埃希氏菌(ATCC 25922)、肺炎克雷伯氏菌肺炎亚种(CGMCC 1.1736)、鼠伤寒沙门氏菌(ATCC 14028)、阪崎肠杆菌(ATCC 29544)(北京陆桥公司)。

1.2 试剂

肠杆菌科测试片: 3M Petrifilm™ 肠杆菌科测试片(2018-03、KC2018-07、KB2018-04 KD, 美国 3M 公司)。

缓冲蛋白胨(8162604, 美国 BD 公司); VRBGA 琼脂(170320, 北京陆桥公司); 葡萄糖半固体(160604, 北京陆桥公司)。

1.3 仪器

FC222 恒温培养箱(37 °C, 德国 MMM 公司); THZ-C-1 全温振荡器(37 °C, 苏州培英公司); ms3Ds25 涡旋振荡器(德国 IKA 公司); McFarland 标准比浊仪(法国梅里埃公司); TE612-2 电子天平(精确度 0.01 g, 德国赛多利

斯公司)。

1.4 样品基质

选取肉制品、海产品、乳制品、杂品和家禽类共 5 大类 15 种代表性食品作为验证基质。

1.5 实验方法

每份检测样品同时采用 3M Petrifilm™ 肠杆菌科测试片法和参考方法 GB 4789.41—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 肠杆菌科检验中的第一法 肠杆菌科平板计数法》^[10]进行实验。

1.6 验证实验

包括线性和准确度实验、包容和排他性实验、耐变性实验、批间变异性实验及协同实验共 5 大类实验。

2 结果与分析

2.1 线性和准确度

将计数结果转化成对数形式, 比较 2 种方法的一致性。10 种自然污染样品 2 种方法测试结果和重复性分析结果见表 1。2 种方法检测结果的线性相关性和显著性分析结果见表 2。

表 1 两种方法测试结果和重复性分析(自然样品)
Table 1 Test results and repeatability analysis of two methods (natural samples)

样品	实验次数	Mean		S _r		RSD%	
		lg(参考法)	lg(测试片)	参考法	测试片	参考法	测试片
猪肉馅	1	2.33	2.27	0.04	0.15	1.83%	6.48%
	2	2.34	2.26	0.07	0.07	3.16%	3.21%
	3	2.00	2.17	0.06	0.04	2.83%	1.69%
牛肉	1	4.22	4.06	0.04	0.04	0.90%	1.07%
	2	4.30	4.17	0.08	0.02	1.76%	0.58%
	3	4.70	4.59	0.04	0.04	0.79%	0.96%
金枪鱼	1	2.48	2.42	0.07	0.05	3.02%	1.96%
	2	2.86	2.81	0.06	0.03	2.16%	1.19%
	3	2.81	2.81	0.03	0.01	0.93%	0.53%
白虾	1	3.23	3.26	0.05	0.08	1.47%	2.59%
	2	3.45	3.48	0.07	0.04	2.12%	1.08%
	3	3.51	3.58	0.07	0.08	2.02%	2.36%
胡椒粉	1	3.53	3.55	0.04	0.01	1.16%	0.30%
	2	3.42	3.42	0.05	0.03	1.41%	0.87%
	3	3.45	3.44	0.07	0.08	2.13%	2.22%

表 1(续)

样品	实验次数	Mean		S _r		RSD%	
		lg(参考法)	lg(测试片)	参考法	测试片	参考法	测试片
小米	1	3.46	3.49	0.12	0.07	3.39%	1.97%
	2	4.09	3.81	0.09	0.50	2.17%	13.25%
	3	4.22	4.29	0.09	0.10	2.19%	2.28%
奶酪	1	5.80	5.70	0.06	0.04	1.10%	0.74%
	2	5.78	5.80	0.04	0.04	0.69%	0.69%
	3	5.63	5.76	0.04	0.06	0.62%	0.99%
奶酪片	1	5.59	5.69	0.44	0.05	7.89%	0.94%
	2	5.61	5.61	0.08	0.06	1.42%	1.04%
	3	5.19	5.22	0.03	0.04	0.62%	0.74%
鸡心	1	4.96	4.99	0.05	0.05	1.10%	1.07%
	2	4.22	4.23	0.04	0.05	0.92%	1.13%
	3	4.11	4.13	0.05	0.04	1.29%	0.89%
鸡肝	1	4.51	4.53	0.03	0.03	0.61%	0.55%
	2	4.54	4.51	0.02	0.07	0.47%	1.46%
	3	4.37	4.38	0.05	0.02	1.15%	0.35%

2.2 5 种人工污染样品测试结果及分析

人工污染实验：通过添加实验确定两种检测方法之间的线性和相对准确度。将大肠埃希氏菌(ATCC 25922)、肺炎克雷伯氏菌肺炎亚种(CGMCC 1.1736)、鼠伤寒沙门氏菌(ATCC 14028)、阪崎肠杆菌(ATCC 29544)和金黄色葡萄球菌(ATCC 29213)5 种菌株制成混合菌悬液，进行低、中和高 3 个水平的添加。分别进行试剂盒法、GB 4789.41—2016《食品安全国家标准 食品微生物学检验 肠杆菌科检验》中的第一法 肠杆菌科平板计数法进行检测。

表 2 两种方法检测结果的线性相关性和显著性分析结果
Table 2 Linear correlation and significance analysis results of the two methods

食品基体	线性方程	相关系数(r ²)	T 检验值
猪肉馅	Y=0.2827X+1.6047	0.9864	0.742
牛肉馅	Y=1.0867X-0.5154	0.9983	0.326
金枪鱼	Y=1.0825X-0.2608	0.9853	0.589
白虾	Y=1.1043X-0.3109	0.9889	0.091
胡椒粉	Y=1.2216X-0.7651	0.9848	0.806
小米	Y=0.8796X+0.4125	0.7884	0.471
奶酪	Y=0.2838X+4.162	0.9932	0.515
奶酪片	Y=1.0398X-0.174	0.9598	0.493
鸡心	Y=1.0173X-0.0567	0.9998	0.308
鸡肝	Y=0.8603X+0.6248	0.9187	0.984

添加浓度分别为：低水平添加菌悬液浓度(10~100 CFU/mL)；中水平添加菌悬液浓度(100~1000 CFU/mL)；高水平添加菌悬液浓度(1000~10000 CFU/mL)，检测结果重复性分析见表 3，显著性分析结果见表 4。

表 3 重复性分析结果(人工污染样品)
Table 3 Repeatability analysis results (artificially contaminated samples)

基体	水平	Mean		S _r		RSD%	
		lg (参考法)	lg (测试片)	参考法	测试片	参考法	测试片
麦片	高	3.46	3.49	0.12	0.07	3.39%	1.97%
	中	2.60	2.67	0.06	0.04	2.44%	1.41%
	低	1.62	1.62	0.09	0.04	5.66%	2.67%
奶粉	高	3.56	3.65	0.02	0.04	0.49%	1.17%
	中	2.57	2.57	0.10	0.06	3.88%	2.49%
	低	1.60	1.58	0.08	0.06	4.94%	3.54%
三文鱼	高	3.68	3.60	0.06	0.03	1.74%	0.72%
	中	2.61	2.61	0.04	0.03	1.52%	1.11%
	低	1.52	1.62	0.21	0.09	13.83%	5.66%
鸡肉	高	3.74	3.61	0.11	0.02	2.84%	0.69%
	中	2.63	2.53	0.06	0.09	2.15%	3.55%
	低	1.64	1.53	0.05	0.07	3.23%	4.48%
火腿	高	3.53	3.55	0.04	0.06	1.16%	1.80%
	中	2.64	2.57	0.12	0.07	4.62%	2.85%
	低	1.62	1.60	0.09	0.08	5.66%	4.94%

表 4 显著性分析结果					
Table 4 Significance analysis results					
基体	麦片	奶粉	三文鱼	鸡肉	火腿
T 值	0.226	0.350	0.803	0.356	0.471

通过选择 5 个食品种类, 15 个食品类型样品的验证, 3M 测试片获得的肠杆菌科数据与参考方法 GB 4789.41—2016 肠杆菌科平板计数相比, 2 种方法线性和相关性良好, 见图 1, T 值 > 0.05 , 无显著差异。

2.3 包容性和排他性

包容性和排他性实验采用目标菌标准菌株和分离株, 以及非目标菌株进行实验。

2.3.1 包容性

选择确认为肠杆菌科阳性的 34 株菌株接种测试片, 菌落均呈现典型菌落, 包容性为 100%。具体菌落形态描述见表 5。

2.3.2 排他性

将 20 株非目标菌接种测试片, 实验结果均未见特征

性菌落生长, 排他性为 100%。

2.4 耐受性

添加 2 个污染水平的大肠埃希氏菌(ATCC 25922)、鼠伤寒沙门氏菌(ATCC 14028)和阪崎肠杆菌(ATCC 29544)混合, 进行培养温度和培养时间的耐受性实验, 具体条件和实验结果见表 6, 统计分析结果见表 7。

4 种不同温度时间下培养的耐受性实验结果, 标准偏差无显著差异, 说明耐受性实验结果无明显差异。

2.5 批间变异

取 3 个不同批号的测试片产品, 以奶粉为基质, 用 5 种菌株混合菌悬液, 以高和低 2 个水平进行添加样品的实验, 检测产品批间变异结果见表 8, 批间变异结果统计分析见表 9。运用 SPSS 19.0 进行统计分析, 运用单因素方差分析, 对批次间的检测结果进行统计分析。

3 个不同批号测试片测试结果的标准偏差与在重复性条件下得到的标准偏差没有明显差别, 说明不同批号产品无明显差异。

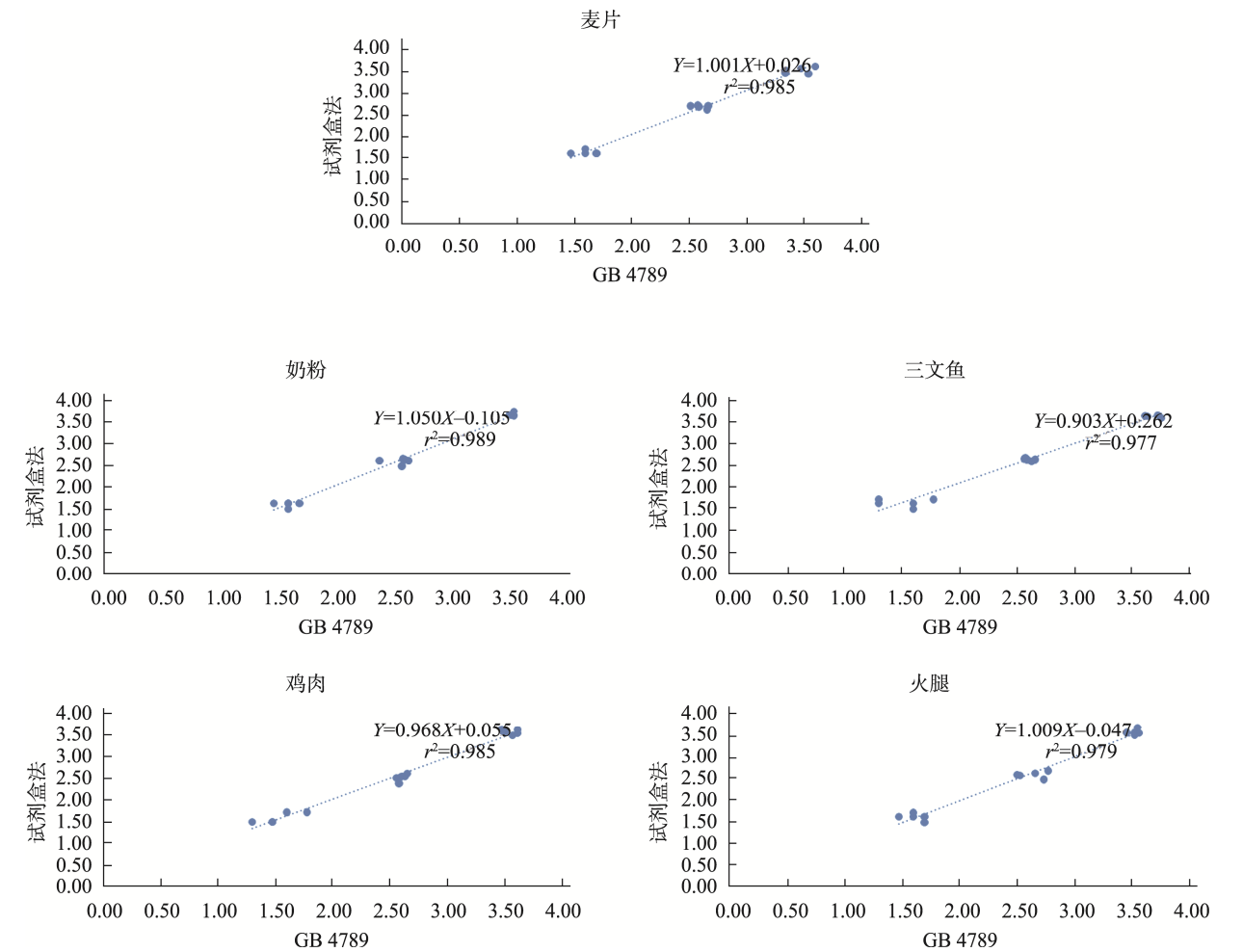


图 1 5 种人工污染样品的回归曲线、线性方程和相关系数
Fig.1 Regression curves, linear equations and correlation coefficients of five artificially contaminated samples

表 5 包容性测试结果
Table 5 Inclusive test results

序号	菌种名称	菌株编号	测试片上菌落形态
1	大肠埃希氏菌	ATCC 15597	典型菌落(有黄晕, 产气)
2	阴沟肠杆菌	ATCC 700323	典型菌落(有黄晕, 产气)
3	沙门氏菌	ATCC 12325	典型菌落(有黄晕, 产气)
4	沙门氏菌	ATCC 29934	典型菌落(有黄晕, 产气)
5	沙门氏菌	ATCC 9842	典型菌落(有黄晕, 产气)
6	阪崎肠杆菌	ATCC 29544	典型菌落(有黄晕, 产气)
7	志贺氏菌	ATCC 12022	典型菌落(有黄晕, 不产气)
8	鼠伤寒沙门氏菌	ATCC 14028	典型菌落(有黄晕, 产气)
9	大肠埃希氏菌	ATCC 25922	典型菌落(有黄晕, 产气)
10	大肠埃希氏菌 O157	CICC 21530	典型菌落(有黄晕, 产气)
11	阿尔蒂斯沙门氏菌	CMCC 50160	典型菌落(有黄晕, 产气)
12	巴勒卢浦沙门氏菌	CMCC 50063	典型菌落(有黄晕, 产气)
13	阿雷查瓦莱塔沙门氏菌	CMCC 50826	典型菌落(有黄晕, 产气)
14	阿姆亥斯特沙门氏菌	CMCC 50827	典型菌落(有黄晕, 产气)
15	阿哥纳沙门氏菌	CMCC 50360	典型菌落(有黄晕, 产气)
16	鲍氏志贺氏菌	CMCC 51315	典型菌落(有黄晕, 不产气)
17	阿德莱德沙门氏菌	CMCC 50065	典型菌落(有黄晕, 产气)
18	艾斯奇沙门氏菌	CMCC 50199	典型菌落(有黄晕, 产气)
19	布拉瓦约沙门氏菌	CMCC 50869	典型菌落(有黄晕, 产气)
20	巴雷利沙门氏菌	CMCC 50123	典型菌落(有黄晕, 产气)
21	亚利桑那沙门氏菌	CMCC 47001	典型菌落(有黄晕, 产气)
22	阿马耶沙门氏菌	CMCC 50777	典型菌落(有黄晕, 产气)
23	雏伤寒沙门氏菌	CMCC 50047	典型菌落(有黄晕, 产气)
24	甲型副伤寒沙门氏菌	CMCC 50001	典型菌落(有黄晕, 产气)
25	肠炎沙门氏菌 danysz 变种	CMCC 50100	典型菌落(有黄晕, 产气)
26	小肠结肠炎耶尔森氏菌	CMCC 52212	典型菌落(有黄晕, 产气)
27	普通变形杆菌	CMCC 49002	典型菌落(有黄晕, 不产气))
28	奇异变形杆菌	CMCC 49106	典型菌落(有黄晕, 不产气)
29	痢疾志贺氏菌	CMCC 51252	典型菌落(有黄晕, 产气)
30	福氏志贺氏菌	CMCC 51571	典型菌落(有黄晕, 不产气)
31	宋内志贺氏菌	CMCC 51334	典型菌落(有黄晕, 不产气)
32	产气肠杆菌	ATCC13048	典型菌落(有黄晕, 产气)
33	肺炎克雷伯氏菌肺炎亚种	CGMCC 1.1736	典型菌落(有黄晕, 产气)
34	粘质沙雷氏菌	ATCC 8039	典型菌落(有黄晕, 产气)

表 6 耐变性实验结果									
Table 6 Results of denaturation resistance test									
实验菌株	添加水平	36 °C,培养 26 h		36 °C,培养 22 h		34 °C,培养 26 h		34 °C,培养 22 h	
		计数值/(CFU/g)	lg 值	计数值/(CFU/g)	lg 值	计数值/(CFU/g)	lg 值	计数值/(CFU/g)	lg 值
ATCC 25922、ATCC 14028 和 ATCC 29544 混合	高水平	1800	3.26	2300	3.36	2200	3.34	2200	3.34
		2100	3.32	2100	3.32	2400	3.38	2000	3.30
		2300	3.36	1600	3.20	2200	3.34	1800	3.26
		2400	3.38	2600	3.41	1700	3.23	2500	3.40
	低水平	2500	3.40	1700	3.23	2100	3.32	1100	3.04
		17	1.23	19	1.28	20	1.30	21	1.32
		21	1.32	14	1.15	21	1.32	24	1.38
		17	1.23	21	1.32	22	1.34	18	1.26
		26	1.41	11	1.04	19	1.28	18	1.26
		16	1.20	26	1.41	23	1.36	18	1.26

表 7 耐变性统计分析结果				
Table 7 Statistical analysis results of resistance to denaturation				
实验条件	菌株添加水平	Mean		RSD%
36 °C, 26 h	高水平	3.344		1.66%
	低水平	1.278		6.76%
36 °C, 22 h	高水平	3.304		2.66%
	低水平	1.24		11.76%
34 °C, 26 h	高水平	3.322		1.68%
	低水平	1.32		2.40%
34 °C, 22 h	高水平	3.268		4.21%
	低水平	1.296		4.14%

表 8 批间变异实验结果											
Table 8 Results of inter batch variation test											
菌株浓度	批号	1		2		3		4		5	
		测定结果	lg 值	测定结果	lg 值	测定结果	lg 值	测定结果	lg 值	测定结果	lg 值
高浓度	2018-03 KC	2300	3.36	2000	3.30	2300	3.36	2300	3.36	2500	3.40
	2018-07 KB	2500	3.40	2400	3.38	3200	3.51	1700	3.23	2500	3.40
	2018-04 KD	1700	3.23	2900	3.46	1700	3.23	2500	3.40	2000	3.30
低浓度	2018-03 KC	18	1.26	26	1.41	19	1.28	30	1.48	25	1.40
	2018-07 KB	31	1.49	18	1.26	19	1.28	19	1.28	31	1.49
	2018-04 KD	23	1.36	26	1.41	16	1.20	14	1.15	25	1.40

表 9 批间变异结果统计分析结果
Table 9 Statistical analysis results of inter batch variation results

菌株浓度	批号	Mean	S _r	RSD%
高浓度	2018-03 KC	3.356	0.03578	1.07%
	2018-07 KB	3.384	0.1001	2.96%
	2018-04 KD	3.324	0.1031	3.10%
低浓度	2018-03 KC	1.366	0.09317	6.82%
	2018-07 KB	1.36	0.119	8.75%
	2018-04 KD	1.304	0.1205	9.24%

2.6 协同实验结果

选用麦片为基质,添加大肠埃希氏菌标准菌株,制备成高、中、低 3 个接种水平样品,由 8 家实验室进行协同实验。每一接种水平样品同时用 3M 测试片方法和参考方法进行测试,每一接种水平样品做 5 个平行,运用 SPSS19.0 进行统计分析,样本先进行方差齐次性检验,若方法齐则进行 *t* 检验,若方差不齐进行 *t'* 检验。经检验,方差均齐次。检测结果重复性分析见表 10,再现性分析结果见表 11。

8 家实验室对高、中、低 3 个接种水平样品的 5 个平行测试结果重复性和显著分析表明方法,8 家实验室间 *T* 值 > 0.05,无显著差异性,方法稳定可靠。

表 10 协同实验重复性分析结果
Table 10 Repeatability analysis results of collaborative experiment)

协同实验机构	添加水平	Mean		S _r		RSD%	
		lg(参考法)	lg(测试片)	参考法	测试片	参考法	测试片
A	高水平	3.55	3.59	0.05	0.07	1.29%	1.93%
	中水平	2.52	2.53	0.09	0.11	3.44%	4.42%
	低水平	1.54	1.55	0.15	0.19	9.98%	12.39%
B	高水平	3.62	3.61	0.06	0.07	1.67%	1.85%
	中水平	2.60	2.65	0.06	0.07	2.20%	2.69%
	低水平	1.57	1.65	0.09	0.12	6.03%	7.00%
C	高水平	3.54	3.55	0.01	0.03	0.35%	0.80%
	中水平	2.58	2.58	0.02	0.03	0.91%	1.26%
	低水平	1.70	1.67	0.06	0.11	3.68%	6.79%
D	高水平	3.26	3.26	0.04	0.06	1.13%	1.71%
	中水平	2.22	2.30	0.05	0.09	2.18%	3.73%
	低水平	1.30	1.28	0.21	0.17	16.36%	13.49%
E	高水平	3.41	3.40	0.06	0.01	1.61%	0.27%
	中水平	2.35	2.40	0.09	0.06	4.04%	2.46%
	低水平	1.34	1.50	0.23	0.19	16.98%	12.45%
F	高水平	3.58	3.59	0.01	0.01	0.14%	0.22%
	中水平	2.64	2.62	0.02	0.04	0.83%	1.56%
	低水平	1.18	1.12	0.16	0.16	13.97%	14.72%
G	高水平	3.63	3.62	0.05	0.07	1.32%	1.93%
	中水平	2.60	2.66	0.06	0.07	2.29%	2.59%
	低水平	1.60	1.61	0.08	0.21	4.94%	13.11%
H	高水平	3.58	3.46	0.04	0.08	1.17%	2.40%
	中水平	2.53	2.40	0.06	0.02	2.22%	0.81%
	低水平	1.57	1.57	0.19	0.19	11.99%	11.99%

表 11 显著性分析结果
Table 11 Significance analysis results

协同实验机构	T 值
A	0.514720671
B	0.080213942
C	0.525413366
D	0.654202039
E	0.209446337
F	0.324631646
G	0.678875854
H	0.095538583

3 结论与讨论

3M Petrifilm™ 肠杆菌科测试片用于肠杆菌检测时, 检测结果与采用参考方法 GB 4789.41—2016 肠杆菌科检测结果比较, 采用的五大类食品样品无显著差异, 能满足食品样品的检测要求^[11-13]。但在进行自然样品检测过程中, 有部分产品(如小米、白虾)菌落形态偏小不典型, 不易观察, 且这些产品在国标法培养基上同样不易观察挑取, 可能与某种细菌自身特性有关。

通过上述验证实验表明, 3M Petrifilm™ 肠杆菌科测试片法相比传统国标方法具有快速、准确、稳定、易操作等诸多优点^[14-15], 可以作为检测肠杆菌科细菌的一种有效检测方法。

参考文献

[1] 李文明. 肠杆菌科细菌生化鉴定系统的研制及评价[J]. 世界最新医学信息文摘, 2017, 17(15): 253.
LI WM. Development and evaluation of bacterial biochemical stabilization system of *Enterobacteriaceae* [J]. World Latest Med Inform Abst, 2017, 17(15): 253.

[2] 方亚平, 刘周. 临床分离肠杆菌科细菌 1580 株的耐药性分析[J]. 中国感染与化疗杂志, 2015, (3): 171-174.
FANG YP, LIU Z. Drug resistance analysis of clinical isolates of 1580 strains of *Enterobacteriaceae* [J]. Chin J Infect Chem, 2015, (3): 171-174.

[3] 刘瑛, 俞静, 陈峰. Microflex™ MALDI-TOF MS 和 Vitek 2 Compact 全自动微生物分析系统对肠杆菌科细菌鉴定能力的比较[J]. 检验医学, 2015, (2): 122-127.
LIU Y, YU J, CHEN F. Comparison of microflex™ MALDI-TOF MS and VITEK 2 Compact automatic microbiological analysis system for identification of *Enterobacteriaceae* bacteria [J]. Lab Med, 2015, (2): 122-127.

[4] 马群飞. GB 4789.28—2013《食品安全国家标准 食品微生物学检验 培养基和试剂的质量要求》应用现状[J]. 中国卫生标准管理, 2019, 10(16): 1-3.
MA QF. Application status of GB 4789.28—2013 *National standard for food safety-Food microbiology inspection-Quality requirements of media and reagents* [J]. Chin Health Stand Manage, 2019, 10(16): 1-3.

[5] ISO 11133—2014 Microbiology of food, animal feed and water

preparation, production, storage and performance testing of culture media [S].

[6] GB/T 27405—2008 实验室质量控制规范 食品微生物检测[S].
GB/T 27405—2008 Specification for laboratory quality control-Microbiological detection of food [S].

[7] GB 4789.28—2013 食品安全国家标准 食品微生物学检验 培养基和试剂的质量要求[S].
GB 4789.28—2013 National standard for food safety-Food microbiology inspection-Quality requirements of media and reagents [S].

[8] 付涛博, 张西萌, 韩笑, 等. 食品微生物检测试剂盒评价方法建立与应用[J]. 中国公共卫生, 2015, 31(6): 837-841.
FU PB, ZHANG XM, HAN X, et al. Establishment and application of evaluation method for food microbiological test kit [J]. Chin Pub Health, 2015, 31(6): 837-84.

[9] SN/T 2775—2011 商品化食品检测试剂盒评价方法[S].
SN/T 2775—2011 Evaluation method of commercial food test kit [S].

[10] GB 4789.41—2016 食品安全国家标准 食品微生物学检验 肠杆菌科检验中的第一法 肠杆菌科平板计数法[S].
GB 4789.41—2016 National food safety standard-Food microbiological analysis- The first method in *Enterobacteriaceae*-Plate count of *Enterobacteriaceae* [S].

[11] 陈露露, 方珂. 3M Petrifilm™ 沙门氏菌快速测试片法效果评价[J]. 食品工业, 2016, 37(3): 118-120.
CHEN LL, FANG K. Effect evaluation of 3M PetriFilm™ rapid test tablet for *Salmonella* [J]. Food Ind, 2016, 37(3): 118-120.

[12] GB/T 6379.2—2004 测量方法与结果的准确度[S].
GB/T 6379.2—2004 Accuracy of measurement methods and results [S].

[13] SN/T 3256—2012 食品微生物检验方法确认技术规范[S].
SN/T 3256—2012 Technical specification for confirmation of microbiological inspection methods in food [S].

[14] 董健, 郑晶, 林杰, 等. Easy Test™ 菌落总数测试片的评价[J]. 食品与发酵科技, 2013, 49(5): 68-77.
DONG J, ZHENG J, LIN J, et al. Evaluation of Easy Test™ colony count test piece [J]. Food Ferment Technol, 2013, 49(5): 68-77.

[15] 董健, 郑晶, 林杰, 等. 3M Petrifilm™ 金黄色葡萄球菌检测测试片的评价[J]. 食品与发酵科技, 2014, 50(4): 56-60.
DONG J, ZHENG J, LIN J, et al. Evaluation of 3M Petrifilm™ *Staphylococcus aureus* assay assay [J]. Food Ferment Technol, 2014, 50(4): 56-60.

(责任编辑: 于梦娇)

作者简介



张西萌, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为食品微生物。
E-mail: ximeng0512@163.com



曾 静, 博士, 研究员, 主要研究方向为食品微生物。
E-mail: jingzeng_cn@163.com