

VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统对牛乳中葡萄球菌的鉴定效果评价

林杰 张景艳 王磊 王海瑞 邹璐 朱永刚 边亚彬
李建喜 杨志强 王旭荣*

(中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所 甘肃省中兽药工程技术研究中心 甘肃 兰州 730050)

摘要:【目的】评价 VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统对牛乳中葡萄球菌属细菌鉴定效果。【方法】对从西宁、白银、西安三地乳样中分离的 52 株葡萄球菌通过 VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统进行鉴定,并与革兰氏染色、触酶试验、血浆凝固酶试验以及 16S rRNA 基因序列分析结果进行比对;通过对凝固酶阴性葡萄球菌和凝固酶阳性葡萄球菌在不同麦氏浓度的鉴定,评价该系统的稳定性。【结果】VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统对葡萄球菌在“属”水平的鉴定结果符合率达 96.15%,与血浆凝固酶结果对比,凝固酶阴性葡萄球菌属细菌鉴定结果符合率为 92.86%,对凝固酶阳性葡萄球菌属细菌鉴定结果符合率为 50%,但对具体种鉴定时,结果符合率仅为 44.23%。在稳定性检测的试验中,鉴定符合率为 100%,鉴定结果可靠性不随菌液浓度变化而变化。【结论】该系统可用于牛乳中葡萄球菌在“属”水平的鉴定。

关键词: VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统, 葡萄球菌, 16S rRNA 基因序列分析, 准确性, 稳定性

Assessment of VITEK2 Compact automatic microbial analysis system for *Staphylococcus* in raw milk

LIN Jie ZHANG Jing-Yan WANG Lei WANG Hai-Rui ZOU Lu ZHU Yong-Gang
BIAN Ya-Bin LI Jian-Xi YANG Zhi-Qiang WANG Xu-Rong*

(Lanzhou Institute of Husbandry and Pharmaceutical Science of CAAS, Engineering & Technology Research Center of Traditional Chinese Veterinary Medicine of Gansu Province, Lanzhou, Gansu 730050, China)

Abstract: [Objective] In order to evaluate the VITEK2 Compact automatic microbial analysis system in identifying *Staphylococcus* in raw milk. [Methods] We isolated 52 strains of

Foundation item: “948” Project (No. 2014-Z9); Dairy industry Technology and Systems Projects (No. CARS-37-06); Special Fund for Agro-scientific Research in the Public Interest (No. 20130304)

*Corresponding author: Tel: 86-931-2115263; E-mail: wangxurong@caas.cn

Received: December 21, 2015; Accepted: March 10, 2016; Published online (www.cnki.net): April 13, 2016

基金项目: “948”计划项目(No. 2014-Z9); 国家奶牛产业技术体系项目(No. CARS-37-06); 公益性行业专项项目(No. 20130304)

*通讯作者: Tel: 86-931-2115263; E-mail: wangxurong@caas.cn

收稿日期: 2015-12-21; 接受日期: 2016-03-10; 优先数字出版日期(www.cnki.net): 2016-04-13

Staphylococcus from milk samples from Xining, Baiyin and Xi'an, and these strains were identified by VITEK2 Compact. Then, we compared the results obtained from VITEK2 Compact to the results from Gram's staining, catalase test, plasma coagulase test and 16S rRNA gene sequence analysis. Furthermore, the stability of this system was tested by identifying the coagulase negative and positive *Staphylococcus* at different concentrations. **[Results]** With 16S rRNA gene sequence analysis as the reference standard, the coincidence rate of this system reached 96.15% for *Staphylococcus* at "Genus" level. With plasma coagulase test as the reference standard, the coincidence rate of this system was 92.86% for the coagulase negative *Staphylococcus* while 50% for the coagulase positive *Staphylococcus*. When it came to "Species" level, the coincidence rate of this system was only 44.23%. In stability test, coincidence rate was 100% and the reliability of appraisal result did not change by bacteria liquid concentration. **[Conclusion]** In conclusion, VITEK2 Compact automatic microbial analysis system could be used to identify *Staphylococcus* in milk at "Genus" level.

Keywords: VITEK2 Compact automatic microbial analysis system, *Staphylococcus*, 16S rRNA gene sequence analysis, Accuracy, Stability

VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统是前国内应用较多的全自动细菌分析系统,具有自动化程度高、鉴定速度快的特点,在医院中应用较为普遍。在兽医研究领域的应用也有报道^[1-2]。作为一种实用技术,人们重点关注其鉴定的准确率和稳定性。目前已有部分鉴定结果准确性的报道,例如,VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统在鉴定大肠杆菌^[3]、猪链球菌时准确性较高,并且可以区分 1 型和 2 型猪链球菌^[4]。在鉴定纹带棒状杆菌方面也有较好效果,而用于鉴定其他棒状杆菌方面需进一步研究^[5]。可以鉴定鲍曼不动杆菌,但无法对复合群进行进一步区分^[6]。VITEK2 Compact 系统对临床少见疑难细菌的鉴定也有一定局限性^[7]。

乳房炎是奶牛的常见病和多发病,金黄色葡萄球菌属于凝固酶阳性葡萄球菌,是奶牛乳房炎主要致病菌之一;凝固酶阴性葡萄球菌是目前公认的一类条件致病菌,近年来由于该菌容易获得并传递耐药性,逐渐受到人们的关注。王原等以 API Staph 系统为参照,用 VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统鉴定金黄色葡萄球菌,符合率为 100%,凝固酶阴性葡萄球菌的符合率为 90.5%^[8]。本实验室在应用该技术鉴定牛乳中分离的葡萄球菌属细菌时,发现其准确率低于文献报道。为了明确 VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统是否适用

于牛乳中葡萄球菌的鉴定,本试验以 16S rRNA 基因序列分析方法为参考,结合常规葡萄球菌鉴定项目,研究 VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统对牛乳中葡萄球菌属细菌鉴定的准确性和稳定性,探讨该系统在奶牛乳房炎病原菌快速检测的应用前景。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试剂: 血平板、营养肉汤,广东环凯微生物科技有限公司;革兰氏染液,南京建成科技有限公司;Bacterial DNA Kit,OMEGA Bio-Tek 公司;16S rRNA Gene Bacterial Identification PCR Kit,TaKaRa 宝生物工程(大连)有限公司;细菌微量生化鉴定管(兔血浆),青岛高科技工业园海博生物技术有限公司;革兰氏阳性细菌鉴定卡,梅里埃诊断产品有限公司。

1.1.2 仪器: VITEK2 Compact Systems Version 06.01;麦氏比浊仪(DensiCHEK™ Plus),生物梅里埃中国有限公司;PCR 仪(Applied Biosystems),赛默飞世尔科技中国有限公司。

1.1.3 乳样来源: 乳样来自西宁、白银和西安 3 个大型奶牛养殖场,共计 265 份(表 1)。

1.2 方法

1.2.1 细菌初步鉴定: 采用间断划线法,对采集的

表 1 乳样数量与来源

Table 1 Quantity and source of the milk samples

样品 Samples	青海西宁 Xining, Qinghai	甘肃白银 Baiyin, Gansu	陕西西安 Xi'an, Shaanxi	合计 Total
乳样 Milk	5	77	183	265
正常乳样 Normal milk	0	75	182	257
乳房炎乳样 Mastitis milk	5	2	1	8

乳样进行细菌分离,对分离的菌株进行革兰氏染色、镜检以及触酶试验,对葡萄串状排列的革兰氏阳性球菌且触酶试验为阳性者,则初步判断为疑似葡萄球菌菌株,再进行后续鉴定。

1.2.2 VITEK2 Compact 系统鉴定:疑似葡萄球菌菌株菌液浓度调整至 0.50–0.63 麦氏浓度,按照革兰氏阳性细菌鉴定卡的操作说明进行 VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统分析。

1.2.3 16S rRNA 基因序列分析:按照试剂盒操作说明提取疑似葡萄球菌菌株 DNA,以该 DNA 为模板,按照 Bacterial identification PCR kit 操作说明扩增 16S rRNA 基因片段,扩增片段送北京六合华大基因股份有限公司测序,测序结果通过 (<http://ncbi.nlm.nih.gov/>)在线 BLAST 系统进行序列比对,以确定细菌种属。将 16S rRNA 基因序列分析结果与 VITEK2 Compact 鉴定结果进行比较。

1.2.4 系统稳定性检测:随机选择 VITEK2 Compact 鉴定结果与 16S rRNA 基因序列分析结果一致的凝固酶阴性葡萄球菌(XA143 溶血葡萄球菌)和凝固酶阳性葡萄球菌(BY89-4 金黄色葡萄球菌)各 1 株,分别配制 0.51 麦氏、0.57 麦氏、0.63 麦氏浓度菌液,每个浓度设置 3 个平行,检测系统的稳定性。

2 结果与分析

2.1 鉴定结果符合率

根据 16S rRNA 基因序列分析结果,52 株分离菌株为葡萄球菌。其中凝固酶阴性葡萄球菌菌株

42 份,凝固酶阳性葡萄球菌菌株 10 份,具体鉴定结果见表 2。由 16S rRNA 基因序列分析鉴定的细菌,其生化特性与血浆凝固酶试验结果符合率为 100%;由 VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统鉴定的细菌,其生化特性与血浆凝固酶试验结果符合率分别为:血浆凝固酶阴性 92.86%,血浆凝固酶阳性 50%。

VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统在使用过程中部分鉴定卡会出现不能鉴定、低分辨等情况:一次性鉴定得到结果的有 42 株(80.77%);经过 2 次鉴定得到结果的有 9 株(17.31%),其中凝固酶阴性葡萄球菌 5 株,凝固酶阳性葡萄球菌 4 株;另有 1 株凝固酶阴性葡萄球菌经 3 次鉴定得到结果。系统对鉴定结果评价中,“Excellent”有 26 株(50.00%),其中 13 株成功符合(50.00%);“Very Good”有 9 株(17.31%),其中 3 株成功符合(33.33%);“Good”有 9 株(17.31%),其中 4 株成功符合(44.44%);“Acceptable”有 8 株(15.38%),其中 3 株成功符合(37.50%)。

VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统对于葡萄球菌在“属”水平的鉴定结果符合率达到 96.15%,但对具体种类鉴定时,结果符合率仅为 44.23%,其中凝固酶阴性菌“种”水平鉴定符合率为 38.78%,凝固酶阳性菌“种”水平鉴定结果为 40%。乳样中常见的凝固酶阴性葡萄球菌主要为产色葡萄球菌、溶血葡萄球菌和表皮葡萄球菌;常见的凝固酶阳性葡萄球菌为金黄色葡萄球菌,主要葡萄球菌鉴定符合率见表 3。

2.2 系统稳定性结果

凝固酶阳性葡萄球菌 BY89-4,在 3 种麦氏浓度下鉴定结果相同,均为金黄色葡萄球菌,与原鉴定结果一致,鉴定结果可靠性基本不随菌液浓度变化而变化(图 1A)。凝固酶阴性葡萄球菌 XA143,在 3 种麦氏浓度下鉴定结果相同,均为溶血葡萄球菌,与原鉴定结果一致,鉴定结果可靠性随菌液浓度升高略有上升(图 1B)。

表2 VITEK2 Compact 系统鉴定结果与 16S rRNA 基因序列分析比对结果
Table 2 Comparison of identification results by the VITEK2 Compact system and the 16S rRNA gene sequence analysis

试验 编号 No.	凝固酶试验 Plasma coagulase test	VITEKE 2 系统 VITEKE 2 system				16S rRNA 基因序列分析 16S rRNA gene sequence analysis		
		鉴定结果 Identification Results	可靠性 Reliability (%)	鉴定水平 Level	鉴定次数 Times	鉴定结果 Identification Results	可靠性 Reliability (%)	参考基因登录号 Reference GenBank No.
BYDT3	—	中间葡萄球菌	99	E	3	产色葡萄球菌	96	NR_036901.1
BY67-3	—	产色葡萄球菌	98	E	1	产色葡萄球菌	98	NR_036901.1
BY69	—	产色葡萄球菌	98	E	2	产色葡萄球菌	98	HG934378.1
BY98	—	产色葡萄球菌	98	E	1	产色葡萄球菌	95	NR_036901.1
BYGZ123	—	产色葡萄球菌	98	E	1	产色葡萄球菌	99	KT003269.1
BYGZ132	—	产色葡萄球菌	98	E	1	产色葡萄球菌	99	KJ783386.1
XA3	—	产色葡萄球菌	89	G	1	产色葡萄球菌	99	NR_036901.1
XA7-1	—	产色葡萄球菌	89	G	2	产色葡萄球菌	99	HG934378.1
XA9	—	产色葡萄球菌	85	A	1	产色葡萄球菌	99	GN426805.1
XA14	—	中间葡萄球菌	93	VG	1	产色葡萄球菌	99	KM886273.1
XA63	—	缓慢葡萄球菌	90	G	1	产色葡萄球菌	96	NR_036901.1
XA73-1	—	人葡萄球菌人亚种	92	G	2	产色葡萄球菌	99	NR_036901.1
XA110-3	—	产色葡萄球菌	96	E	1	产色葡萄球菌	99	HG934378.1
XA131	—	产色葡萄球菌	96	E	1	产色葡萄球菌	99	JN426803.1
XA140-1	—	产色葡萄球菌	97	E	1	产色葡萄球菌	99	NR036901.1
XA140-2	—	产色葡萄球菌	98	E	1	产色葡萄球菌	99	JN426805.1
XA149	—	小牛葡萄球菌	99	E	1	产色葡萄球菌	99	NR036901.1
XA156	—	小牛葡萄球菌	99	E	1	产色葡萄球菌	99	KJ783386.1
XA171-2	—	产色葡萄球菌	98	E	1	产色葡萄球菌	99	NR036901.1
XA172-1	—	产色葡萄球菌	94	VG	1	产色葡萄球菌	99	NR036901.1
BY52-2	—	缓慢葡萄球菌	86	A	1	溶血葡萄球菌	99	FJ591157.1
BY75	—	溶血葡萄球菌	97	E	2	溶血葡萄球菌	96	FN393797.1
XA31-2	—	溶血葡萄球菌	97	E	1	溶血葡萄球菌	98	HG941660.1
XA33-2	—	沃氏葡萄球菌	97	E	1	溶血葡萄球菌	98	HG941660.1
XA51	—	沃氏葡萄球菌	96	E	1	溶血葡萄球菌	99	FN393797.1
XA83-2	—	沃氏葡萄球菌	89	G	1	溶血葡萄球菌	97	HG941660.1
XA105-2	—	沃氏葡萄球菌	93	VG	1	溶血葡萄球菌	99	HG941660.1
XA112-3	—	沃氏葡萄球菌	96	E	1	溶血葡萄球菌	99	HG941660.1
XA140-3	—	产色葡萄球菌	99	E	1	溶血葡萄球菌	96	NR036901.1
XA141	—	沃氏葡萄球菌	93	VG	1	溶血葡萄球菌	99	HG941660.1
XA142	—	沃氏葡萄球菌	90	G	1	溶血葡萄球菌	97	HG941660.1

(待续)

(续表)

XA143	-	溶血葡萄球菌	94	VG	1	溶血葡萄球菌	99	KP32495.1
XA154	-	沃氏葡萄球菌	87	A	1	溶血葡萄球菌	99	HG941660.1
XA161	-	沃氏葡萄球菌	89	G	1	溶血葡萄球菌	99	HG941660.1
XA162	-	沃氏葡萄球菌	93	VG	1	溶血葡萄球菌	99	HG941660.1
XA168	-	沃氏葡萄球菌	97	E	1	溶血葡萄球菌	99	HG941660.1
BY35	-	表皮葡萄球菌	91	G	2	表皮葡萄球菌	96	HM217991.1
QH11	-	肠系膜明串珠菌	87	A	1	表皮葡萄球菌	99	FJ405318.1
XA39-2	-	人葡萄球菌人亚种	95	VG	1	表皮葡萄球菌	99	KJ571206.1
XA116-1	-	沃氏葡萄球菌	97	E	1	表皮葡萄球菌	97	KJ571206.1
XA88-1	-	松鼠葡萄球菌	93	VG	1	松鼠葡萄球菌	99	KC153123.1
XA 110-1	-	木糖葡萄球菌	94	VG	1	腐生葡萄球菌	99	KJ540934.1
QH1	+	屎肠球菌	99	E	1	金黄色葡萄球菌	99	KF999668.1
QH13	+	金黄色葡萄球菌	86	A	2	金黄色葡萄球菌	99	CP007659.1
QH16	+	金黄色葡萄球菌	87	A	1	金黄色葡萄球菌	99	CP003045.1
XA29	+	沃氏葡萄球菌	88	A	1	金黄色葡萄球菌	99	CP007676.1
BY89-4	+	金黄色葡萄球菌	99	E	1	金黄色葡萄球菌	99	CP013137.1
XAA2-3	+	金黄色葡萄球菌	90	G	1	金黄色葡萄球菌	97	KP085871.1
QH9	+	中间葡萄球菌	99	E	1	金黄色葡萄球菌	99	AB681718.1
QH4	+	小牛葡萄球菌	99	E	2	金黄色葡萄球菌	99	CP006630.1
QH8	+	缓慢葡萄球菌	97	E	2	金黄色葡萄球菌	99	CP006630.1
XA61	+	小牛葡萄球菌	87	A	2	金黄色葡萄球菌	98	CP007454.1

注：编号首两位字母为 BY 的菌株来源于白银市某奶牛场；编号首两位字母为 XA 的菌株来源于西安市某奶牛场；编号首两位字母为 QH 的菌株来源于西宁市某奶牛场。-：阴性；+：阳性。E：Excellent；VG：Very good；G：Good；A：Acceptable。

Note：Strains that number begin with BY were isolated from the milk sampled from Baiyin; Strains that number begin with XA were isolated from the milk sampled from Xi'an; Strains that number begin with QH were isolated from the milk sampled from Xining. -: Negative; +: Positive. E: Excellent; VG: Very good; G: Good; A: Acceptable.

表 3 主要葡萄球菌 VITEK2 Compact 系统鉴定符合率
Table 3 Coincidence rate of main *Staphylococcus* identified by VITEK2 Compact system

细菌种类 Species	株数 Total	VITEK2 鉴定符合株数 Coincidence number	符合率 Coincidence rate (%)
产色葡萄球菌 <i>Staphylococcus chromogenes</i>	20	14	70.00
溶血葡萄球菌 <i>Staphylococcus haemolyticus</i>	16	3	18.75
表皮葡萄球菌 <i>Staphylococcus epidermidis</i>	4	1	25.00
金黄色葡萄球菌 <i>Staphylococcus aureus</i>	10	4	40.00
其它凝固酶阴性葡萄球菌 Other coagulase negative <i>Staphylococcus</i>	2	1	-

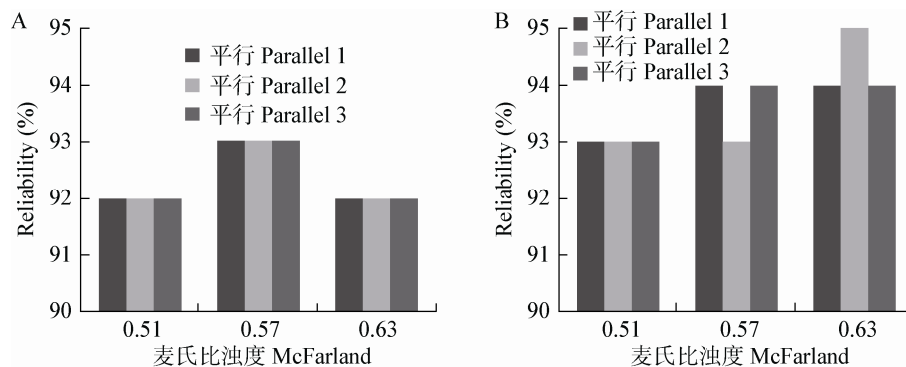


图1 金黄色葡萄球菌(A)和溶血葡萄球菌(B)鉴定结果稳定性

Figure 1 *Staphylococcus aureus* (A) and *Staphylococcus haemolyticus* (B) appraisal of stability

3 讨论

目前实验室对细菌的鉴定主要依赖于菌落形态、染色特性、显微镜下形态特征、生化反应以及选择性培养基等,但这种传统的鉴定方法繁琐、耗时长,同时也会受到培养时间以及实验人员经验等一些人为因素的影响。而目前应用较多的 16S rRNA 基因序列分析是目前细菌种属鉴定和分类的标准方法,具有准确率高的特点,但其鉴定成本较高。而 VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统依据传统生化鉴定原理,结合现代自动化技术,实现细菌鉴定的快速化和自动化,相对于 16S rRNA 基因序列分析方法有成本较低、操作简便、效率高的优势。目前, VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统的应用已较为广泛,涉及医疗卫生领域、食品安全领域、动物疾病诊断领域等^[9-12]。

金黄色葡萄球菌是葡萄球菌属中致病性最强的种,有人认为对金黄色葡萄球菌的鉴定能力是评价一个鉴定系统能否胜任临床工作的重要指标之一。在“种”水平的鉴定中,王原以 API Staph 系统为参照,用 VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统鉴定金黄色葡萄球菌,其鉴定符合率高达 100%。而在本研究中,以 16S rRNA 基因序列分析为参考,利用该系统鉴定金黄色葡萄球菌,鉴定符合率仅为 40%,推测原因可能以下几点:(1) 来源不同的金黄色葡萄球菌,在生化特性或反应能力上可能存在一定差异^[13];(2) 细菌生长状态和所处时期不同,其生化反应能力不同,本试验中来源于青海的 6 株

金黄色葡萄球菌经过 4 个月冻存后复苏,再次鉴定,经过冻存和多次传代后,细菌状态和生化特性可能不同^[14]。另外,试验中部分细菌需通过两次测定才能得到结果,可能与细菌状态不同有关;(3) 自动细菌分析仪一般只要是检测到的生化反应组合模式与数据库中某种细菌编码吻合就会终止鉴定,这可能导致生化特性相似的葡萄球菌属细菌,在“种”水平上的鉴定出现错误,从葡萄球菌属鉴定符合率为 96.15%,而精确到种的鉴定符合率仅为 44.23%,可以支持该推测;(4) 细菌培养条件不同,鉴定结果会有不同,如 Lowe 等发现 VITEK2 Compact 系统鉴定不同平板培养的类鼻疽伯克氏菌时,准确率存在差异^[15]。另外,在王原的研究中, VITEK2 Compact 系统鉴定对凝固酶阴性葡萄球菌鉴定符合率为 90.5%,而在本研究中,该系统对凝固酶阴性葡萄球菌鉴定符合率仅为 38.78%,可能也与上述原因有关。

稳定性试验结果符合率均为 100%,表明该系统稳定性良好,这与乔宁等^[16]的研究结果一致。鉴定结果可靠性均在 90%以上,基本不随菌液浓度变化,或变化幅度极小,从而进一步证明,鉴定中出现需多次鉴定的情况,不是由于菌液浓度差异或者系统本身不稳定造成,而是细菌本身原因所致,因此建议严格按照操作说明,使用处于对数生长期细菌进行检测。

在对系统鉴定结果可靠性评价分析时,发现系统评价水平由高到低依次分为 E、VG、G、A,但其对应的鉴定结果符合率却依次为 50%、33.33%、

44.44%、37.50%，并不依次对应，且符合率均较低，可见系统中给出的鉴定水平评价与鉴定结果准确性之间并无直接的相关性。

本次试验中还发现，有 68.75% 的溶血葡萄球菌被误鉴定为沃氏葡萄球菌，革兰氏阳性细菌鉴定卡说明书中显示，当鉴定结果为沃氏葡萄球菌，若产黄色素可能为巴斯德葡萄球菌，但未明确列出区分溶血葡萄球菌和沃氏葡萄球菌的补充试验。笔者认为使用说明中需对此项目进行补充说明。

总体来看，VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统鉴定牛乳中分离得到的葡萄球菌，在“种”的水平，鉴定结果准确性不高，但在“属”的水平鉴定准确率很高，其中对凝固酶阴性菌鉴定结果准确率比凝固酶阳性菌的高，该结果不因“正常乳样”和“乳房炎乳样”有所区别，因此 VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统可以用于牛乳中葡萄球菌在“属”水平的鉴定。

参 考 文 献

- [1] Dai M, Peng C, Chen DD, et al. Application of VITEK 32 microbial analytical system and sequence analysis of 16S rDNA in identification of pathogenic bacteria from dairy cow with mastitis[J]. *Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2011, 43(9): 28-32 (in Chinese)
代敏, 彭成, 陈丹丹, 等. 全自动微生物分析系统和 16S rDNA 序列分析技术对奶牛乳腺炎病原菌的鉴定[J]. *畜牧与兽医*, 2011, 43(9): 28-32
- [2] Wang JD, Liu XY, Yang HJ, et al. Identification and drug resistance analysis of pathogenic bacteria causing recessive mastitis in dairy cattle by VITEK-2 Advanced Expert System[J]. *Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine*, 2015(1): 9-12 (in Chinese)
王建东, 刘溪源, 杨慧君, 等. 利用 VITEK-2 高级专家系统鉴定奶牛隐性乳房炎致病菌及其耐药性分析[J]. *中兽医医药杂志*, 2015(1): 9-12
- [3] Li T, Xu SZ. Comparison of VITEK-32 and VITEK 2 Compact in identification of *Enterococci* [J]. *China Medical Equipment*, 2009, 24(3): 53-54, 71 (in Chinese)
李彤, 许淑珍. 40 株肠球菌应用两种仪器鉴定结果的比较研究[J]. *中国医疗设备*, 2009, 24(3): 53-54, 71
- [4] Yang XR, Luo LZ, Liu HL, et al. VITEK2 compact microbiology analysis system for identification *Streptococcus Suis* II quickly[J]. *Journal of Preventive Medicine Information*, 2006, 22(1): 42-43 (in Chinese)
杨小蓉, 罗隆泽, 刘红霞, 等. VITEK2 compact 微生物分析系统快速鉴定猪链球菌 2 型[J]. *预防医学情报杂志*, 2006, 22(1): 42-43
- [5] Yang XJ, Cao JM, Zhang WZ. Evaluation of methodology for identification of *Corynebacterium*[J]. *Chinese Journal of Microecology*, 2013, 25(9): 1107-1108 (in Chinese)
杨雪静, 曹俊敏, 张伟珍. VITEK-2 Compact 仪器法鉴定棒状杆菌属细菌的方法学评价[J]. *中国微生态学杂志*, 2013, 25(9): 1107-1108
- [6] Zou ZY, Chen L, Liu Y, et al. Evaluation of molecular biology and instrument identification of *Acinetobacter Baumannii* strains[J]. *Sichuan Medical Journal*, 2014, 35(9): 1123-1125 (in Chinese)
邹自英, 陈莉, 刘媛, 等. 分子生物学方法鉴定鲍曼不动杆菌与仪器鉴定结果比较[J]. *四川医学*, 2014, 35(9): 1123-1125
- [7] Huang L, Gu C, Tang HQ. Application and evaluation of Vitek2 Compact system to identify clinical rare bacteria[J]. *Laboratory Medicine*, 2014, 29(11): 1175-1177 (in Chinese)
黄林, 顾迟, 唐沪强. Vitek2 Compact 系统鉴定临床少见疑难细菌的应用及评价[J]. *检验医学*, 2014, 29(11): 1175-1177
- [8] Wang Y, Xu JY. Evaluation of the VITEK-2 Compact automated microbiology system for identification of *staphylococcus*[J]. *Progress in Biomedical Engineering*, 2010, 31(4): 206-208 (in Chinese)
王原, 许江燕. VITEK-2 Compact 全自动微生物鉴定仪对葡萄球菌鉴定能力的评价[J]. *生物医学工程学进展*, 2010, 31(4): 206-208
- [9] Sun YP, Peng H, Ling X, et al. Application of VITEK2 Compact automatic microbial analysis system and its identification results analysis[J]. *Modern Preventive Medicine*, 2010, 37(20): 3891-3893, 3900 (in Chinese)
孙燕萍, 彭浩, 凌霞, 等. VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统的应用及鉴定结果分析[J]. *现代预防医学*, 2010, 37(20): 3891-3893, 3900
- [10] Fanjat N, Leclercq A, Joosten H, et al. Comparison of the phenotyping methods ID 32E and VITEK2 compact GN with 16S rRNA gene sequencing for the identification of *Enterobacter sakazakii*[J]. *Journal of Clinical Microbiology*, 2007, 45(6): 2048-2050
- [11] Guo H, Wang CE, Peng G, et al. Application of VITEK2 compact automatic microbiology system in microbiologic testing for laboratory rodents[J]. *Laboratory Animal Science*, 2014, 31(2): 16-19 (in Chinese)
郭辉, 王翠娥, 彭刚, 等. VITEK2 Compact 全自动微生物分析系统在啮齿类细菌学检测中的应用[J]. *实验动物科学*, 2014, 31(2): 16-19
- [12] Yang J, Ren XQ, Chu ML, et al. 3 Misidentification cases of *Brucella species* by automated microbial identification system and literature review[J]. *International Journal of Laboratory Medicine*, 2012, 33(20): 2491-2494 (in Chinese)
杨婧, 任晓庆, 褚美玲, 等. 细菌自动鉴定仪 3 例布鲁氏菌误鉴定及文献复习[J]. *国际检验医学杂志*, 2012, 33(20): 2491-2494
- [13] Liu Y, Liang YF, Jiao XA, et al. Antibiotic resistance and coagulase typing of *Staphylococcus aureus* isolates from pigs and cows in part of China[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2012, 45(17): 3608-3616 (in Chinese)
刘洋, 梁耀峰, 焦新安, 等. 中国部分地区猪源和牛源金黄色葡萄球菌耐药性及凝固酶分型研究[J]. *中国农业科学*, 2012, 45(17): 3608-3616
- [14] Zhong H, Yao HC. Analysis of the biochemical characters and antigenicity of the *Staphylococcus aureus* isolated from milk of dairy cows suffering from mastitis[J]. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 2006, 14(6): 970-975 (in Chinese)
钟辉, 姚火春. 奶牛乳腺炎金黄色葡萄球菌临床分离株生化特性与菌体蛋白免疫原性分析[J]. *农业生物技术学报*, 2006, 14(6): 970-975
- [15] Lowe P, Haswell H, Lewis K. Use of various common isolation media to evaluate the new VITEK 2 colorimetric GN card for identification of *Burkholderia pseudomallei*[J]. *Journal of Clinical Microbiology*, 2006, 44(3): 854-856
- [16] Qiao N, Yu H, Yin L, et al. Performance analysis of VITEK 2 COMPACT automatic microbiology analyser[J]. *Journal of Huaihai Medicine*, 2012, 30(3): 211-213 (in Chinese)
乔宁, 喻花, 殷琳, 等. VITEK 2 COMPACT 全自动微生物分析仪性能分析[J]. *淮海医药*, 2012, 30(3): 211-213