

一株短乳杆菌所产细菌素的部分特性

王辉¹ 贡汉生^{1,2} 孟祥晨^{1*}

(1. 东北农业大学乳品科学教育部重点实验室 东北农业大学食品学院 黑龙江 哈尔滨 150030)

(2. 鲁东大学食品工程学院 山东 烟台 264025)

摘要: 为了研究分离自内蒙古传统发酵乳制品——“焦克”的短乳杆菌 KLDS1.0373 所产细菌素的部分生物学特性(抑菌谱, 对酶、pH 和温度的敏感性, 作用方式)。短乳杆菌 KLDS1.0373 发酵液经硫酸铵沉淀和葡聚糖凝胶纯化后, 测定其部分生物学特性, 并采用 Tricine-SDS-PAGE 方法确定细菌素的分子量范围。结果表明: 短乳杆菌 KLDS1.0373 所产细菌素的抑菌活性对热和 pH 不敏感, 在 100 °C 或 121 °C 处理 30 min 后抑菌活力略有增强, 可被多种蛋白酶失活, 但对 α -淀粉酶不敏感。该细菌素分子量约为 3.8 kD, 对多种革兰氏阳性和阴性菌有抑制作用, 作用方式为杀菌。

关键词: 短乳杆菌, 细菌素, 特性

Partial characteristics of the bacteriocin produced by *Lactobacillus brevis*

WANG Hui¹ GONG Han-Sheng^{1,2} MENG Xiang-Chen^{1*}

(1. Key Laboratory of Dairy Science, Ministry of Education, and Food Science & Technology College, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030, China)

(2. Food Engineering College, Ludong University, Yantai, Shandong 264025, China)

Abstract: The purpose of this study is to investigate the partial characteristics (spectrum of antibacterial activity; sensitivity of enzymes, pH and temperature; mode of action) of the bacteriocin produced by *Lactobacillus brevis* KLDS1.0373 which was isolated from “Jiaoke”, a traditional, naturally fermented cream from Inner Mongolia. The bacteriocin was partially purified by ammonium sulfate precipitation followed by sequential gel filtration chromatography and the antibacterial activity of the bacteriocin was heat tolerant and was found to be stable after incubation for different pH values. The slight increase in activity was recorded after 30 min at 100 °C or 121 °C. The bacteriocin was sensitive to several proteinases, but insensitive to α -amylase. The apparent molecular weight of the partially purified bacteriocin was estimated at approximately 3.8 kD by Tricine-SDS-PAGE. The bacteriocin has a broad inhibitory spectrum against Gram-positive and Gram-negative bacteria. The mode of action of the

基金项目: 黑龙江省自然科学基金项目(No. LC2009C30); 哈尔滨市科技创新人才专项资金项目(No. 2011RFLXN017)

* 通讯作者: Tel: 86-451-55191813; ✉ xchmeng@163.com

收稿日期: 2010-11-24; 接受日期: 2011-03-02

© 中国科学院微生物研究所期刊联合编辑部 <http://journals.im.ac.cn>

bacteriocin was identified as bactericidal.

Keywords: *Lactobacillus brevis*, Bacteriocin, Characteristic

细菌素,是某些细菌在代谢过程中通过核糖体合成机制产生的一类具有生物活性的蛋白质和多肽,这些由某类微生物产生的蛋白复合物能够杀死或抑制与其有相同或相似生境的其他微生物^[1]。在过去的几十年里,消费者对在食品中降低化学添加剂的要求与日剧增^[2],而乳酸菌可以通过产生多种抑菌化合物(包括乳酸、有机酸、乙醇、过氧化氢、双乙酰和细菌素等)来延长食品的货架期^[3-4]。目前,乳酸菌被公认为是安全的,所以利用其产生的天然代谢产物,尤其是细菌素,来解决食品的安全和保藏问题是未来重要的发展方向之一^[2]。

目前报道的由乳杆菌属、乳球菌属、明串珠菌属、丙酸杆菌属、片球菌属和肠球菌属等乳酸菌产生的细菌素有 300 多种^[5],如 *Lactobacillus plantarum* 产生的 Plantaricin^[6], *Lb. acidophilus* DSM20079 产生的 Acidocin^[2], *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 产生的 Nisin^[7], *Leuconostoc pseudomesenteroide* 产生的 Leucocin^[8], *Propionibacterium thoenii* 419 产生的 Propionicin T1^[9], *Pediococcus pentosaceus* ST18、*Pe. parvulus* 和 *Pe. acidilactici* 产生的 Pediocin^[10-12], *Enterococcus faecalis* RJ16 和 *E. mundtii* ST15 产生的 Enterocin^[1,13]。但据我们所知,目前只报道了 4 株短乳杆菌产生细菌素,它们分别是 *Lb. brevis* 925A^[14]、*Lb. brevis* MTCC 7539^[15]、*Lb. brevis* SB27^[16]和 *Lb. brevis* VB286^[17]。

本研究前期从内蒙古传统发酵稀奶油“焦克”中分离得到一株产细菌素的乳酸菌,经鉴定为短乳杆菌(*Lactobacillus brevis*),并对其产生的细菌素进行了初步分离纯化,本研究的主要目的是研究该细菌素的部分生物学特性并测定其分子量范围。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验菌株:短乳杆菌 KLDS1.0373,分离自内蒙古自治区传统发酵稀奶油“焦克”,乳品科学教育部重点实验室工业微生物菌种保藏中心

(KLDS-DICC)冻干保藏。

指示菌菌株及来源:金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*) ATCC25923、单核细胞增生李斯特氏菌(*Listeria monocytogenes*) NICPBP54002 和沙门氏菌(*Salmonella*) ATCC14028 购自中国药品生物制品检定所,大肠杆菌(*Escherichia coli*) ATCC25922 购自黑龙江省微生物研究所。

1.1.2 培养基:乳酸菌选用 MRS 培养基(Oxoid, 英国),单核细胞增生李斯特氏菌选用 TSA+YE 培养基(上海佳伦生物科技),其他指示菌选择营养肉汤培养基(北京奥博星)。

1.1.3 主要试剂和仪器:超低分子量蛋白标准品,北京索莱宝;过氧化氢酶、胃蛋白酶、 α -糜蛋白酶和胰蛋白酶购自 Sigma 公司;蛋白酶 K, Amresco, 美国;木瓜蛋白酶, AB Enzymes, 德国; α -淀粉酶, 北京奥博星;Tricine-SDS-PAGE 试剂, Amresco, 美国;硫酸铵, 天津光复。GL-21M 高速冷冻离心机, 上海市离心机械研究所;CHRIST ALPHA 1-4 型冻干机, Marin Christ, 德国;ÄKTA purifier100 蛋白多肽分离纯化仪、Hiload 26/60 superdex 75 prep grade, GE healthcare, 瑞典;DYY-6C 型电泳仪、DYCZ-28A 型电泳槽,北京市六一仪器厂;DU-800 核酸蛋白分析仪, BECKMAN, 美国。

1.2 方法

1.2.1 细菌素粗提液的制备:参考贡汉生等(2008)的方法制备含细菌素的无细胞上清液^[18],经 70% 饱和硫酸铵沉淀后,用 1/40 体积的超纯水复溶,用 3 mol/L NaOH 调 pH 值到 6.5,并经 5.0 g/L 过氧化氢酶 37 °C 处理 2 h 后得到细菌素粗提液,-20 °C 冰箱中保存备用。

1.2.2 抑菌活性测定:抑菌活性测定采用双层平板打孔法^[19]。

1.2.3 细菌素抑菌谱的测定:所选取的革兰氏阳性指示菌和革兰氏阴性指示菌见表 1,按 1.2.1 方法制备短乳杆菌 KLDS1.0373 细菌素粗提液,按 1.2.2 方法进行抑菌实验确定细菌素的抑菌谱。

表 1 短乳杆菌 KLDS1.0373 所产细菌素的粗提液的抑菌谱
Table 1 Antibacterial activity spectrum of the crude bacteriocin produced by *Lactobacillus brevis* KLDS1.0373

指示菌菌种 Indicator strain	菌株编号 Strain number	抑菌圈直径 Diameter of zone of inhibition (mm)	指示菌菌种 Indicator strain	菌株编号 Strain number	抑菌圈直径 Diameter of zone of inhibition (mm)
嗜热链球菌 <i>Streptococcus thermophilus</i>	KLDS3.0203	13.04±0.16	食品乳杆菌 <i>Lactobacillus alimentarius</i>	KLDS1.0442	—
乳酸乳球菌乳酸亚种 <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	KLDS4.0303	12.68±0.34	金黄色葡萄球菌 <i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC25923	15.37±0.14
乳酸乳球菌乳脂亚种 <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	KLDS4.0316	14.41±0.55	藤黄微球菌 <i>Micrococcus luteus</i>	ATCC9341	19.44±0.06
粪肠球菌 <i>Enterococcus faecalis</i>	KLDS6.0316	15.46 ±0.06	枯草芽孢杆菌 <i>Bacillus subtilis</i>	ATCC6051	15.34±0.20
尿肠球菌 <i>Enterococcus faecium</i>	KLDS6.0332	14.17±0.21	单核细胞增生李斯特氏菌 <i>Listeria monocytogenes</i>	NICBPB54002	14.03±0.10
德氏乳杆菌保加利亚亚种 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	KLDS1.9201	14.49±0.30	蜡样芽孢杆菌 <i>Bacillus cereus</i>	ATCC10987	16.16±0.24
德氏乳杆菌德氏亚种 <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i>	KLDS1.0324	15.46±0.31	大肠埃希氏菌 <i>Escherichia coli</i>	ATCC25923	17.39±0.13
嗜酸乳杆菌 <i>Lactobacillus acidophilus</i>	KLDS1.0380	—	荧光假单胞菌 <i>Pseudomonas fluorescens</i>	ATCC17485	13.70±0.80
干酪乳杆菌 <i>Lactobacillus casei</i>	KLDS1.0319	15.35±0.24	鼠伤寒沙门氏菌 <i>Salmonella Typhimurium</i>	ATCC14028	13.98±0.17
副干酪乳杆菌 <i>Lactobacillus paracasei</i>	KLDS1.0201	15.06±0.08	短乳杆菌 <i>Lactobacillus brevis</i>	KLDS1.0408	—
干酪乳杆菌干酪亚种 <i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>casei</i>	KLDS1.0407	14.24±0.31	布氏乳杆菌 <i>Lactobacillus buchneri</i>	KLDS1.0405	15.25±0.18
植物乳杆菌 <i>Lactobacillus plantarum</i>	KLDS1.0314	13.58±0.03	鼠李糖乳杆菌 <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	KLDS1.0385	16.53±0.41
耐酸乳杆菌 <i>Lactobacillus acetotolerans</i>	KLDS1.0340	—	棒状乳杆菌棒状亚种 <i>Lactobacillus coryniformis</i> subsp. <i>coryniformis</i>	KLDS1.0321	12.43±0.24

注：孔直径为 6.0 mm±0.2 mm，孔中加入 50 μL 细菌素粗提液；—：没有明显抑菌圈。KLDS：乳品科学重点实验室(中国)；ATCC：美国模式菌种保藏中心；NICBPB：中国药品生物制品检定所(中国)。

Note: Wells (6.0 mm±0.2 mm) were filled with 50 μL crude bacteriocin; —: No inhibitory zone observed. KLDS: Key Laboratory of Dairy Science (China); ATCC: American Type Culture Collection; NICBPB: National Institute for the Control of Pharmaceutical and Biological Products (China).

1.2.4 葡聚糖凝胶初步纯化细菌素：按 1.2.1 方法制备短乳杆菌 KLDS1.0373 的细菌素粗提液。选择 Hiload 26/60 Superdex 75 Prep grade 凝胶柱(分离范围 3–70 kD)对细菌素粗提液进行分离纯化，分离仪器选择 ÄKTA purifier100 蛋白多肽分离纯化仪。平衡缓冲液为 0.05 mol/L 乙酸钠+0.1 mol/L 氯化钠缓冲液(pH 5.0)，上样量 2 mL，流速 3 mL/min，检测波长 215 nm。收集到的样品经冻干浓缩 10 倍后用 1.2.3 方法测定抑菌活性。

1.2.5 细菌素对酶、pH 和温度的敏感性测定：经葡

聚糖凝胶纯化的活性峰收集液冷冻干燥，然后用超纯水配制成蛋白浓度为 1 g/L 的溶液作为细菌素样品溶液。

细菌素对酶的敏感性：取 1 mL 细菌素样品溶液，用 3 mol/L HCl、3 mol/L NaOH 调节 pH 为以下各酶的最适作用 pH。按终浓度 1 g/L 和 0.1 g/L 分别加入胃蛋白酶(pH 2.0)、胰蛋白酶(pH 8.0)、蛋白酶 K (pH 8.0)、α-糜蛋白酶(pH 8.0)、木瓜蛋白酶(pH 6.5)、中性蛋白酶(pH 7.0)、碱性蛋白酶(pH 9.0)和 α-淀粉酶(pH 5.0)。用 1 mL 超纯水代替细菌素样品溶液，按

终浓度 1 g/L 分别加入各种酶, 其它处理条件同上。将 pH 调回到 6.5, 以金黄色葡萄球菌 ATCC25923 为指示菌, 按 1.2.2 方法进行抑菌试验, 重复 3 次, 并用不加酶的细菌素样品做对照。

细菌素对 pH 的敏感性: 取 1 mL 细菌素样品溶液, 用 3 mol/L HCl、3 mol/L NaOH 调 pH 2–10, 37 °C 下温育 72 h, pH 调回至 6.5, 以金黄色葡萄球菌 ATCC25923 为指示菌, 按 1.2.2 方法进行抑菌试验, 每个试验重复 3 次。

细菌素对温度的敏感性: 取 1 mL 细菌素样品溶液, 用 3 mol/L NaOH 调 pH 到 6.5, 分别在 60 °C、80 °C、100 °C 和 121 °C 保持 30 min, 取出后立即用冰冷却至室温, 按 1.2.2 方法进行抑菌试验, 重复 3 次, 并用于 25 °C 相同时间的细菌素溶液做对照。

1.2.6 细菌素对指示菌的作用方式: 以 1% 接种量接种金黄色葡萄球菌 ATCC25923 于培养基中, 37 °C 条件下培养 24 h 后, 取 100 mL 培养物向其中加入经 1.2.4 纯化的细菌素, 调节细菌素的终蛋白浓度为 0.5 g/L, 37 °C 培养, 间隔 1 h 取少量培养物测定 OD_{600} , 同时采用平板菌落计数法测定金黄色葡萄球菌的活菌数, 以不加细菌素处理的金黄色葡萄球菌 ATCC25923 培养液做对照。

1.2.7 细菌素分子量的测定: 经葡聚糖凝胶纯化的具有抑菌活性峰的收集液, 经冻干浓缩后采用 Tricine-SDS-PAGE^[20] 方法测定细菌素分子量。按公式: $R_m = d_2 d_1 \times D_1 D_2$ (R_m : 蛋白质的迁移率; d_1 : 溴酚蓝迁移的距离; d_2 : 蛋白质迁移距离; D_1 : 凝胶染色前的长度; D_2 : 凝胶染色后的长度) 计算各种蛋白质的迁移率, 并以对应的蛋白标准品迁移率和分子量对数为横纵坐标绘制标准曲线, 根据标准曲线计算测定蛋白的分子量。

2 结果与分析

2.1 细菌素的抑菌谱

从表 1 可知, 短乳杆菌 KLDS1.0373 所产的细菌素粗提液能够抑制多种微生物, 该细菌素对革兰氏阳性菌, 如: 单核细胞增生李斯特氏菌、金黄色葡萄球菌、藤黄微球菌、蜡样芽孢杆菌和枯草芽孢杆菌,

表现出很强的抑菌活性, 而且对革兰氏阴性菌, 如: 大肠埃希氏菌、荧光假单胞菌和鼠伤寒沙门氏菌也有抑菌活性。

2.2 细菌素对酶、pH 和温度的敏感性

用 1 g/L 的各种酶溶液(未添加细菌素溶液)进行抑菌试验, 没有表现出抑菌活性(结果未给出)。短乳杆菌 KLDS1.0373 所产的细菌素, 经葡聚糖凝胶部

表 2 短乳杆菌 KLDS1.0373 所产细菌素经部分纯化后对温度、pH 和酶的敏感性

Table 2 Effect of enzymes, pH and temperature on antibacterial activity of the partially purified bacteriocin produced by *Lactobacillus brevis* KLDS1.0373

作用因素 Factors		抑菌圈直径(mm) Diameter of zone of inhibition (mm)
酶 Enzymes (g/L)	未加酶 Without enzyme	14.36±0.23
	胃蛋白酶 Pepsin	0.1 11.13±0.24
		1.0 –
	胰蛋白酶 Trypsin	0.1 11.30±0.99
		1.0 –
	木瓜蛋白酶 Papain	0.1 11.08±0.09
		1.0 –
	蛋白酶 K Proteinase K	0.1 10.82±0.45
		1.0 –
	α -糜蛋白酶 α -Chymotrypsin	0.1 10.50±0.18
		1.0 –
	α -淀粉酶 α -Amylase	0.1 14.38±0.31
		1.0 14.32±0.20
pH	2.0	11.18±0.18
	3.0	11.05±0.18
	4.0	11.02±0.22
	5.0	11.14±0.16
	6.0	11.25±0.25
	6.5	11.26±0.12
	7.0	11.15±0.08
	8.0	10.97±0.09
	9.0	11.11±0.13
	10.0	11.06±0.16
温度 Temperature	25 °C	13.70±0.40
	60 °C	13.05±0.65
	80 °C	13.91±0.70
	100 °C	19.61±0.56
	121 °C	19.76±0.35

注: 孔直径为 6.0 mm±0.2 mm; –: 没有明显抑菌圈。

Note: Wells (6.0 mm±0.2 mm); –: No inhibitory zone observed.

分纯化后,经 0.1 g/L 的胃蛋白酶、胰蛋白酶、蛋白酶 K、 α -糜蛋白酶、木瓜蛋白酶处理 2 h 后丧失部分活性,当蛋白酶浓度达到 1 g/L 时,丧失全部活性(表 2),说明该抑菌物质为蛋白类物质,用 α -淀粉酶处理细菌素后发现抑菌活性未丧失,说明该细菌素中没有碳水化合物部分起抑菌作用。

部分纯化后的细菌素在 pH 2.0–10.0 范围对金黄色葡萄球菌 ATCC25923 的抑菌活性变化不显著。而且,该细菌素表现出良好的热稳定性,经 30 min 的热处理后,活性不仅没有下降,而且表现出随温度升高其抑菌活性略有增强的趋势(表 2)。

2.3 细菌素对指示菌的作用方式

经 24 h 培养的金黄色葡萄球菌 ATCC25923 培养液,加入部分纯化的细菌素(0.5 g/L 蛋白)并作用 5 h 后,活菌数由初始的 8.1×10^8 CFU/mL 降至 1.9×10^7 CFU/mL,而 OD_{600} 在 5 h 后与对照相比未发生明显变化,说明该细菌素的作用方式是杀菌而不是溶菌。

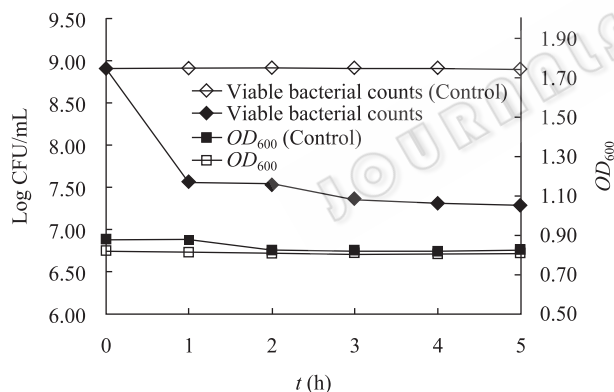


图1 短乳杆菌 KLDS1.0373 所产细菌素经部分纯化后对金黄色葡萄球菌 ATCC25923 的作用

Fig. 1 The effect of the partially purified bacteriocin produced by *Lactobacillus brevis* KLDS1.0373 on the growth of *Staphylococcus aureus* ATCC25923

2.4 细菌素的分子量估测

短乳杆菌 KLDS1.0373 所产细菌素经部分纯化后,采用 Tricine-SDS-PAGE 电泳获得的电泳条带见图 2,用凝胶成像系统自带软件结合 Marker 标准曲线(结果未给出)分析,该菌所产细菌素的分子量约为 3.8 kD。

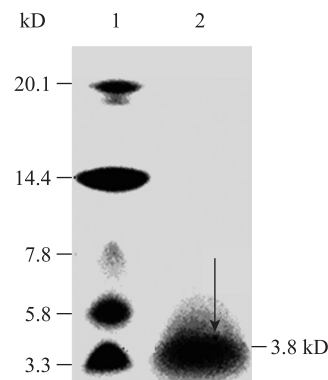


图2 短乳杆菌 KLDS1.0373 所产细菌素经部分纯化后的电泳图谱

Fig. 2 Tricine-SDS-PAGE profiles of the partially purified bacteriocin produced by *Lactobacillus brevis* 1.0373

注: 1: 蛋白标准品; 2: 部分纯化的细菌素。

Note: 1: Molecular weight marker; 2: Partially purified bacteriocin.

3 讨论

目前已见报道的 4 株产生细菌素的短乳杆菌分别分离自朝鲜泡菜^[14]、Vari Kandal^[15]、香肠^[16]和真空包装的肉制品^[17]。本研究中的短乳杆菌 KLDS1.0373 分离自内蒙古传统发酵乳制品——“焦克”。该菌所产细菌素不仅能抑制多种革兰氏阳性菌(包括金黄色葡萄球菌、藤黄微球菌、单核细胞增生李斯特氏菌、枯草芽孢杆菌、蜡样芽孢杆菌和一些乳酸菌),还能抑制多种革兰氏阴性菌(包括大肠埃希氏菌、荧光假单胞菌、鼠伤寒沙门氏菌等)。能够抑制革兰氏阴性菌在其他乳酸菌所产的细菌素中已见报道,如 *Lb. plantarum* AMA-K^[5]、*Lb. plantarum* ST26MS^[21]、*E. mundtii* ST15^[1]和 *Lc. lactis* NK24^[22]等产生的细菌素都能抑制革兰氏阴性菌。但据我们所知,已报道的 4 株短乳杆菌所产细菌素的抑菌谱很窄,只能抑制一些革兰氏阳性菌,主要抑制与之有相似生境的乳酸菌^[14–17]。因此本研究发现的由短乳杆菌 KLDS1.0373 所产的细菌素是第一次报道的由短乳杆菌产生的能够抑制革兰氏阴性菌的细菌素。

与许多细菌素一样^[5,23–25],短乳杆菌 KLDS1.0373 产生的细菌素能被胃蛋白酶、胰蛋白酶、蛋白酶 K、 α -糜蛋白酶、木瓜蛋白酶部分或完全失活。并且该细菌素对热和 pH 不敏感,121 °C 处理 30 min 后抑菌

活性略有增强,在 pH 2.0–10.0 时其抑菌活性变化不明显。

4 结论

短乳杆菌 KLDS1.0373 所产的细菌素分子量约为 3.8 kD,对多种革兰氏阳性和革兰氏阴性菌有抑制作用,该细菌素对热和 pH 不敏感,并且在 100 °C 或 121 °C 处理 30 min 后抑菌活性略有增强,可被多种蛋白酶失活,但对 α -淀粉酶不敏感,其作用方式为杀菌。

参考文献

- [1] De Kwaadsteniet M, Todorov SD, Knoetze H, et al. Characterization of a 3944 Da bacteriocin, produced by *Enterococcus mundtii* ST15, with activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria[J]. Int J Food Microbiol, 2005, 105(3): 433–444.
- [2] Deraz SF, Karlsson EN, Hedström M, et al. Purification and characterisation of acidocin D20079, a bacteriocin produced by *Lactobacillus acidophilus* DSM 20079[J]. J Biotechnol, 2005, 117(4): 343–354.
- [3] Caplice E, Fitzgerald GF. Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation[J]. Int J Food Microbiol, 1999, 50(1/2): 131–149.
- [4] De Vuyst L, Vandamme EJ. Antimicrobial potential of lactic acid bacteria[A]//De Vuyst L, Vandamme EJ. Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria. New York: Blackie Academic and Professional, 1994: 91–142.
- [5] Todorov SD, Nyati H, Meincken M, et al. Partial characterization of bacteriocin AMA-K, produced by *Lactobacillus plantarum* AMA-K isolated from naturally fermented milk from Zimbabwe[J]. Food Control, 2007, 18(6): 656–664.
- [6] Todorov SD, Dicks LMT. *Lactobacillus plantarum* isolated from molasses produces bacteriocins active against gram-negative bacteria[J]. Enzyme Microb Tech, 2005, 36(2/3): 318–326.
- [7] Harris LJ, Fleming HP, Klaenhammer TR. Characterization of two nisin-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* strains isolated from a commercial sauerkraut fermentation[J]. Appl Environ Microbiol, 1992, 58(5): 1477–1483.
- [8] Sawa N, Okamura K, Zendo T, et al. Identification and characterization of novel multiple bacteriocins produced by *Leuconostoc pseudomesenteroides* QU 15[J]. J Appl Microbiol, 2010, 109(1): 282–291.
- [9] Faye T, Langsrud T, Nes IF, et al. Biochemical and genetic characterization of propionin T1, a new bacteriocin from *Propionibacterium thoenii*[J]. Appl Environ Microbiol, 2000, 66(10): 4230–4236.
- [10] Todorov SD, Dicks LMT. Pediocin ST18, an anti-listerial bacteriocin produced by *Pediococcus pentosaceus* ST18 isolated from boza, a traditional cereal beverage from Bulgaria[J]. Process Biochem, 2005, 40(1): 365–370.
- [11] Schneider R, Fernández FJ, Aguilar MB, et al. Partial characterization of a class IIa pediocin produced by *Pediococcus parvulus* 133 strain isolated from meat (Mexican “chorizo”)[J]. Food Control, 2006, 17(11): 909–915.
- [12] Albano H, Todorov SD, van Reenen CA, et al. Characterization of two bacteriocins produced by *Pediococcus acidilactici* isolated from “Alheira”, a fermented sausage traditionally produced in Portugal[J]. Int J Food Microbiol, 2007, 116(2): 239–247.
- [13] Abriouel H, Lucas R, Omar NB, et al. Enterocin AS-48RJ: a variant of enterocin AS-48 chromosomally encoded by *Enterococcus faecium* RJ16 isolated from food[J]. Syst Appl Microbiol, 2005, 28(5): 383–397.
- [14] Wada T, Noda M, Kashiwabara F, et al. Characterization of four plasmids harboured in a *Lactobacillus brevis* strain encoding a novel bacteriocin, brevicin 925A, and construction of a shuttle vector for lactic acid bacteria and *Escherichia coli*[J]. Microbiol, 2009, 155(5): 1726–1737.
- [15] Gautam N, Sharma N. Purification and characterization of bacteriocin produced by strain of *Lactobacillus brevis* MTCC 7539[J]. Indian J Biochem Bio, 2009, 46(4): 337–341.
- [16] Benoit V, Mathis R, Lefebvre G. Characterization of brevicin 27, a bacteriocin synthesized by *Lactobacillus brevis* SB27[J]. Curr Microbiol, 1994, 28(1): 53–61.
- [17] Coventry MJ, Wan J, Gordon JB, et al. Production of brevicin 286 by *Lactobacillus brevis* VB286 and partial characterization[J]. J Appl Microbiol, 1996, 80(1): 91–98.
- [18] 贡汉生, 孟祥晨, 刘红娟. 一株布氏乳杆菌所产类细菌素的初步纯化与部分特性[J]. 微生物学通报, 2008, 35(2): 193–199.
- [19] Schillinger U, Lücke FK. Antibacterial activity of *Lactobacillus sake* isolated from meat[J]. Appl Environ Microbiol, 1989, 55(8): 1901–1906.
- [20] Schägger H, von Jagow G. Tricine-sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis for the separation of protein in the range from 1 to 100 kDa[J]. Anal Biochem, 1987, 166(2): 368–379.
- [21] Todorov SD, Dicks LMT. *Lactobacillus plantarum* isolated from molasses produces bacteriocins active against

Gram-negative bacteria[J]. Enzyme Microb Tech, 2005, 36(2/3): 318–326.

[22] Lee NK, Paik HD. Partial characterization of lacticin NK24, a newly identified bacteriocin of *Lactococcus lactis* NK24 isolated from Jeot-gal[J]. Food Microbiol, 2001, 18(1): 17–24.

[23] Messi P, Bondi M, Sabia C, et al. Detection and preliminary characterization of a bacteriocin (plantaricin 35d) produced by a *Lactobacillus plantarum* strain[J]. Int J Food Microbiol, 2001, 64(1/2): 193–198.

[24] Stevens KA, Sheldon BW, Klapes NA, et al. Nisin treatment for inactivation of *Salmonella* species and other gram-negative bacteria[J]. Appl Environ Microbiol, 1991, 57(12): 3613–3615.

[25] Lewus CB, Sun S, Montville TJ. Production of an amylase-sensitive bacteriocin by an atypical *Leuconostoc parramesenteroides* strain[J]. Appl Environ Microbiol, 1992, 58(1): 143–149.



2011 年中国微生物学会及各专业委员会学术活动计划表(2-1)

序号	会议名称	主办单位	时间	人数	地点	联系人
1	传染病防控研讨会暨伍连德举办“万国鼠疫研究会”100周年纪念大会	中国微生物学会分析微生物学专业委员会	4月 2-3日	200	黑龙江 哈尔滨	杨瑞馥 ruifuyang@gmail.com
2	International Symposium on <i>Salmonella</i> and Other Enteric Bacteria: Genomics and Biology	中国微生物学会分析微生物学专业委员会	5月 8-11日	200	黑龙江 哈尔滨	刘树林 slliu@ucalgary.ca
3	Inaugural conference of Bergey's International Society for Microbial Systematics	中国微生物学会	5月 19-23日	300	北京	刘梅 010-62538564
4	农业污染物的微生物转化与修复学术研讨会	中国微生物学会农业微生物学专业委员会	5-6月	80	湖北 武汉	黄巧云 qyhuang@mail.hzau.edu.cn
5	第十三届微生物学教学和科研及成果产业化研讨会	中国微生物学会基础、农业微生物学专业委员会	7月 12-15日	150	广西南 南宁	冯家勋 0771-323270736
6	全国第三届海洋微生物研讨会	中国微生物学会海洋微生物学专业委员会	8月	100	山东 济南	张玉忠 13969185852
7	第十届中国全国生物毒素学术研讨会	中国微生物学会微生物毒素专业委员会	8月 17-19日	200	吉林 长春	王景林 010-66948531
8	生物制品质量控制国际研讨会	中国微生物学会生物制品专业委员会	9月	200	四川 成都	徐苗 010-67095438
9	第二届中国临床微生物学大会暨微生物学与免疫学论坛	中国微生物学会临床微生物学专业委员会	9月	400	四川 成都	刘辉 0852-8608272