

两种保鲜液对南国梨保鲜效果的比较

张鞠磊, 王 莘*

(吉林农业大学生命科学学院, 长春 130118)

摘 要: **目的** 探究两种保鲜液对南国梨保鲜效果。**方法** 测定南国梨样品的外观变化、失重率、酸度及总糖含量的变化。**结果** 两种保鲜液均具有良好的保鲜效果。保鲜液 2 的保鲜效果更明显, 用此保鲜液制成的保鲜纸包装样品, 35 d 后果品外观良好, 失重率比对照组降低了 1.76%, 酸度减少了 0.07%。说明这种保鲜液制成的保鲜纸能有效地减少水分散失、保持果品风味。**结论** 两种保鲜液对南国梨均具有良好的保鲜效果, 将对发酵型天然保鲜剂的系统研究奠定基础。

关键词: 梨; 保鲜; 发酵液

Comparison of 2 types of fresh-keeping-liquids for Nanguo pears

ZHANG Ju-Lei, WANG Xin*

(College of Life Sciences, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

ABSTRACT: Objective To explore the preservation effect of 2 preservative liquid on Nanguo pear. **Methods** The appearance of Nanguo pear, weight loss rate, and the change of acidity and total sugar as indicators were detected. **Results** The 2 kinds of preservative liquid had a good fresh-retaining effect. Preservation effect of fliquid 2 was more obvious. Samples packed by paper made of the preservative liquid showed a good appearance, with its weight loss rate reduced 1.76% and acidity decreased 0.07% after 35 d compare to the control group. The paper with the preservative liquid could effectively reduce water retention and keep the fruit flavor. **Conclusion** The 2 kinds of preservative solution have a good preservation effect to the Nanguo pears, which will lay a research foundation for fermentation type of natural preservative agent.

KEY WORDS: pear; preservation; fermented liquid

1 引 言

新鲜果蔬水分含量高, 富含糖类等营养成分, 采后贮藏中易受微生物侵害而腐烂变质^[1,2]。因此, 采取一定的技术和方法对果蔬进行保鲜处理有着非常重要的意义。目前, 国内外不断研究出各种有效的保鲜剂^[3]。中草药作为我国的宝贵遗产, 资源丰富, 品

种繁多, 其抑菌作用早已广泛应用于医药行业, 目前也有一些中草药用于果蔬保鲜的报道^[4-9]。中草药保鲜的优点是毒性低或无毒性, 进入人体后容易分解, 以及含有一定营养等。

近年来, 人们对益生菌的发展越来越关注, 由益生菌及其代谢产物和生长促进剂所制成的微生态制剂日益受到青睐。益生菌能通过产生有机酸来抑

基金项目: 长春市科技局资助项目(2012223)

Fund: Supported by the Technology Bureau Funding Project of Changchun (2012223)

*通讯作者: 王莘, 教授, 主要研究方向为微生物资源发酵与功能产品开发。E-mail: wangxin5853@126.com

*Corresponding author: WANG Xin, Professor, College of Life Sciences, Jilin Agricultural University, No.2888, Xincheng Street, Changchun 130118, China. E-mail: wangxin5853@126.com

制病原菌生长, 有些益生菌也可产生具有抗菌作用的抗菌肽, 这些产物对致病菌有明显的抑制作用。李淑霞^[7]、王步江等^[10-13]研究报道了对微生态制剂中的抑菌物质进行分析, 根据其生化性质判断抑菌物质是一种分子量较小、结构简单的多肽, 具有广谱抑菌性, 对一些常见的食物腐败菌有较好的抑制作用。利用乳链菌肽研制出能强烈抑制多种革兰氏阳性菌引起的食品腐败, 并对人体安全无害的天然防腐保鲜剂。

常用的化学保鲜剂会对人体健康产生影响, 也会对环境造成污染, 各种代替化学保鲜剂的保鲜方法相继问世, 特别是中草药保鲜剂的出现更明确了天然保鲜剂的地位。基于中草药抗菌、保鲜的优点和益生菌良好的抗菌作用, 本试验将二者结合起来开发了一种发酵新型的天然保鲜剂, 目前发酵新型天然保鲜剂的研究未见报道。本研究采用本实验室筛选保存的两种保鲜液对南国梨的保鲜效果进行系统研究, 为后续的发酵新型天然保鲜剂深入研究提供科学依据。

2 材料与方法

2.1 供试药液及样品的选择

供试药液选择: 丁香(*flos caryophylli*)和五味子(*fructus schisandrae chinensis*)

中药醇提液(保鲜液 1); 保鲜液 1 与乳酸杆菌发酵液制备的混合液(保鲜液 2)均为本实验室研究提供。丁香及五味子: 宏检药店购买。乳酸杆菌: 由本实验室酸乳筛分保存菌种提供。

样品的选择: 超市购置外观无腐烂, 无斑痕, 无皱褶, 大小均匀, 青黄色, 坚硬, 表面无伤的新鲜南国梨为研究对象。

2.2 试剂

0.1 mol/L NaOH(分析纯), 酚酞指示剂等。

2.3 仪器

电子分析天平: 德国塞多利斯股份公司。

2.4 实验方法

2.4.1 乳酸杆菌的摇瓶培养

2.4.1.1 MRS 培养基的配制

按照 MRS 培养基配制 200 mL, 将制备好的培养基放入灭菌锅内, 121 °C 灭菌 15 min 备用。

2.4.1.2 乳酸杆菌的接种

在超净工作台上分别将培养皿上的乳酸杆菌接种到 MRS 培养基上, 制备乳酸杆菌发酵液。

2.4.1.3 乳酸杆菌的摇瓶培养

将接种好的菌液放入 33.4 °C 的恒温摇床中震荡培养 3 d。

2.4.1.4 菌液的分离

将培养好的乳酸杆菌菌液用离心机 3500 r/min 离心 10 min 离心分离, 收集上清, 取得的上清液用超滤膜灭菌。

2.4.2 保鲜纸制备

取普通包装纸灭菌、晾干, 分别将两种保鲜液均匀涂于纸上制成保鲜纸, 常温晾干备用。用晾干的保鲜纸包装果蔬, 放入纸箱中保藏。

2.4.3 保鲜方法

取南国梨, 大小均匀, 青黄色, 坚硬, 表面无伤, 将不做任何处理的南果梨作为对照组, 编号 A; 将供试梨样品分别用保鲜液 1 制成保鲜液纸包好, 编号 B; 将供试梨样品分别用保鲜液 2 制成的保鲜纸将供试梨包好, 编号 C, 以上三组每组各 12 个供试梨样品。贮藏条件为贮藏温度室温 25 °C, 相对湿度 64%, 每隔 7 d 每组分别随机取 1 个供试梨样品测定一次, 试验时间为 35 d。

2.4.4 样品的失重率的测定

失重率方法以称重法进行统计。测定果实重量的变化情况。计算失重率, 以鲜果的平均重量为基准, 以失重的百分率表示失重率。定期对样品称重按(1)式计算失重率。

$$V_n = (W_0 - W'_n) / W_0 \times 100\% \quad (1)$$

式中: V_n 为保鲜 n 天后的累计失重率; W_0 为处理果实的原始称重(g); W'_n 为保鲜 n 天后但未剔除坏果后的果实称重(g)。

2.4.5 样品的感官指标评定

感官评定: 评审组由 8 名感官分析经验丰富的专业人员组成, 参照感官评分表进行, 如表 1 所示。试验均设 3 次重复, 最终得分为 3 次的平均数。从硬度、色泽、香味、饱满度 4 个方面进行评价, 并随时观察腐烂及软化情况^[14]。

2.4.6 样品酸度的测定(采用滴定法测定)^[15]

样品的制备: 选取中等大小具有代表性南国梨, 除去果梗, 用不锈钢水果剝刀去不可食部分, 将果实横切一刀, 挤除种子, 将可食部分用不锈钢水果刀切

成小块或片,以对角线取样法取 25 g,加蒸馏水 25 mL,置于高速组织捣碎机中捣成匀浆,或用研钵迅速研磨成 1:1 匀浆,装入洁净瓶内备用。按照样品酸度的测定方法进行测定。

2.4.7 样品总糖的测定(采用斐林试剂法测定)^[15]

2.5 统计方法

以上处理均 3 次重复,数据用 Microsoft Excel 工作表进行统计分析。

3 结果与分析

3.1 放置时间(天数)对失重率的影响

设定放置时间(天数)0~35 d,各组对失重率的影响见图 1 所示。

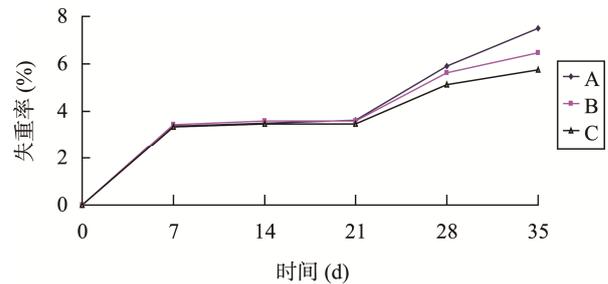
从图 1 可以看出,对照组 A 的失重最为严重,而 B、C 样品组由于采用了保鲜液制成的包装纸包装,失重较少,在 28 d 后外观变化较小,35 d 后果皮刚刚变为淡黄,果品外观良好。

说明两组保鲜液均有不同程度的保鲜效果。特别是在 35 d 以后,效果更为明显,其中采用保鲜液 2 制成的

包装纸包装的 C 组效果最好,失重率仅为 5.75%,比对照组降低了 1.76%。说明保鲜液 2 制成的保鲜纸能有效抑制有害菌的繁殖,减少水分散失,有效保持果品风味。

3.2 放置时间(天数)对样品的感官指标评定

从表 2 水果的感官评定指标是决定水果价值的一项重要因素,28 d 后对照组 A 组果色变淡黄,35 d 后果皮变软,果肉变坏。而用保鲜液 1 制成的包装纸 B 组及用保鲜液 2 制成的包装纸 C 组分别包装保鲜的南国梨的感官评定变化要比对照组好得多,尤其是 C 组的保鲜效果最好。



注: A: 对照组; B: 保鲜液 1 包装纸; C: 保鲜液 2 包装纸

图 1 样品失重率和时间关系

Fig. 1 The relationship between the rate of weight loss and time

表 1 南国梨果实感官评定评价标准

Table 1 Nanguo pears fruit sensory evaluation standard

| 评价指标 | 评价等级 | 评价说明 |
|------|-------------------|------------------------------|
| 硬度 | 硬, 较硬, 有点硬, 变软 | 以刚购买的南国梨果实硬度为硬, 随果实软化依次定义等级。 |
| 色泽 | 青黄色, 黄色, 浅灰色, 淡黄色 | 果实有光泽青黄色, 次之变灰黄。 |
| 香味 | 浓郁, 较香, 有点香, 无味 | 定义新鲜南国梨香味浓郁, 依次变淡。 |
| 饱满度 | 饱满, 较饱满, 皱缩 | 果实未出现皱缩为饱满, 皱缩不明显为较饱满。 |

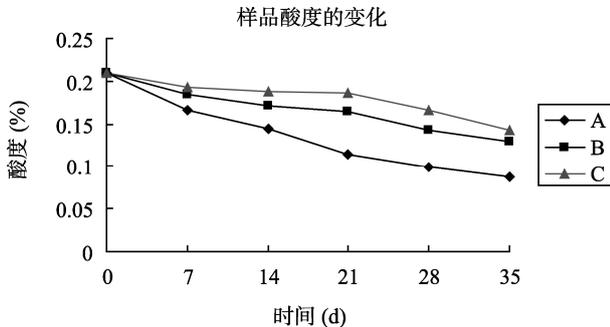
表 2 放置时间(天数)对样品感官评定的影响

Table 2 The effect of the laying out days on sensory evaluation

| 天数 | | 0 | 7 | 14 | 21 | 28 | 35 |
|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 硬度 | A | 硬 | 硬 | 较硬 | 有点硬 | 变软 | 变软 |
| | B | 硬 | 硬 | 硬 | 较硬 | 有点硬 | 有点硬 |
| | C | 硬 | 硬 | 硬 | 较硬 | 有点硬 | 有点硬 |
| 色泽 | A | 青黄色 | 青黄色 | 黄色 | 浅灰色 | 淡黄色 | 淡黄色 |
| | B | 青黄色 | 青黄色 | 青黄色 | 青黄色 | 黄色 | 淡黄色 |
| | C | 青黄色 | 青黄色 | 青黄色 | 青黄色 | 黄色 | 浅灰色 |
| 香味 | A | 浓郁 | 浓郁 | 较香 | 有点香 | 有点香 | 无味 |
| | B | 浓郁 | 浓郁 | 浓郁 | 浓郁 | 较香 | 有点香 |
| | C | 浓郁 | 浓郁 | 浓郁 | 浓郁 | 较香 | 有点香 |
| 饱满度 | A | 饱满 | 饱满 | 较饱满 | 较饱满 | 皱缩 | 皱缩 |
| | B | 饱满 | 饱满 | 饱满 | 饱满 | 饱满 | 较饱满 |
| | C | 饱满 | 饱满 | 饱满 | 饱满 | 饱满 | 较饱满 |

3.3 放置时间(天数)对酸度的影响

设定放置时间(天数)0~35 d, 各组对酸度的影响见图 2 所示。



注: A: 对照组; B: 保鲜液 1 包装纸; C: 保鲜液 2 包装纸

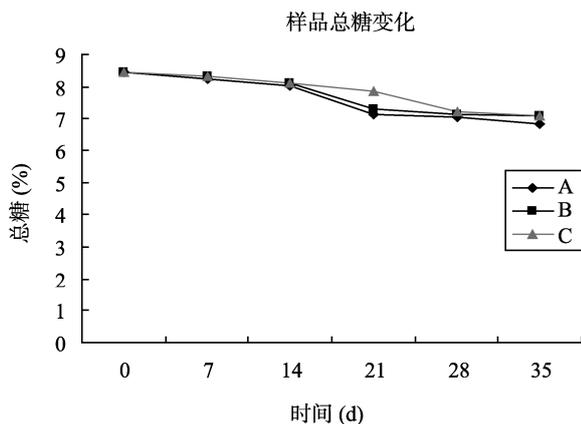
图 2 样品酸度的变化

Fig. 2 The change of the acidity

酸度含量是决定水果风味的一个重要因素。从图 2 中可以看出, 对照组酸度下降较快, 下降的范围较大, 35 d 酸度减少了 0.12%; 而样品组 B、C 两组变化时间推迟, 变化之较小, 在 35 d 对于梨的风味保鲜作用较好, 特别是 C 组酸度仅减少了 0.07%。

3.4 放置时间(天数)对总糖的影响

设定放置时间(天数)0~35 d, 各组对总糖的影响见图 3 所示。



注: A: 对照组; B: 保鲜液 1 包装纸; C: 保鲜液 2 包装纸

图 3 样品总糖的变化

Fig. 3 The change of the total sugar

从图 3 可以看出, 保鲜过程中, 南国梨中的总糖含量大体呈现下降趋势, 但变化幅度不大, 这可能是

在保藏过程中, 一方面由于呼吸作用会消耗一部分糖分, 另一方面, 由于果胶、纤维素等在酶的转化作用下降解生成糖使糖分会有所增加。从保鲜效果来看, 样品在放置 28 d 后糖分下降幅度不是很大。

4 讨论

据报道丁香和五味子都是药食两用的中草药, 具有良好抗菌作用^[16,17]。本试验选用丁香和五味子两味药食两用的中药作为制备保鲜液主要原料。丁香中具有抗菌作用的物质主要是挥发油(含丁香酚、乙酰丁香酚、丁香烯、水杨酸甲酯、甲基正戊基酮、苯甲醛、乙酸苄酯等)、鞣质、齐墩果酸等。五味子中含有抗菌物质为挥发油、有机酸、维生素、木脂素、三萜、倍半萜及多糖等多种化学成分。植物中的天然抗菌物质可以分为植物抗毒素类、酚类、有机酸类和精油类 4 大类^[18-22]。这些植物抗毒素一般对植物致病真菌有作用, 有的也作用于细菌; 天然植物中的酚类化合物是食品防腐的主要因子, 有广谱抗菌能力; 水果中的有机酸也具有抗菌能力, 对细胞壁、细胞膜、代谢酶等物质的合成系统以及遗传因子其作用; 中草药中的挥发油, 也是一类广谱型的天然杀菌和抑制微生物的保鲜物质。

目前, 对于乳酸菌类益生菌的研究日益增多, 其中不乏对其抑菌作用的研究, 王步江等^[10]对乳链菌肽即乳酸链球菌素作为天然防腐保鲜剂进行了研究, 证明了它具有独特的防腐性能。在乳酸菌发酵代谢产物中具有抑制霉菌能力的物质有很多种, 包括有机酸、细菌素、蛋白类复合物、3-羟基丙醛、脂肪酸、苯乳酸、环肽及其他小分子物质等。有机酸是乳酸菌主要的代谢产物, 可以降低 pH 值, 从而阻碍很多微生物的生长; 而未解离形式的酸可以穿透细胞膜并在细胞内解离, 酸化细胞质, 破坏电化学质子梯度, 起到抑菌作用并最终使敏感菌致死。乳酸菌产生的细菌素含有对相近革兰氏阳性菌具有抗生活性的肽链或蛋白质, 被认为有助于增强细菌素产生菌的竞争性, 但通常是在这些菌的外膜受到损伤时才有效^[23-29], 研究证明乳杆菌发酵液也具有好的抑菌活性, 本试验研制的保鲜液 2 是由中药醇提取物及乳杆菌发酵上清液制备而成。经实验证明是一种新型的天然防腐保鲜剂, 具有良好的保鲜效果。

5 结 论

试验采用两种保鲜液制成的保鲜纸包装样品,测定了样品的外观变化、失重率、酸度及总糖的变化,结果证明两种保鲜液均具有良好的保鲜效果。特别是保鲜液2保鲜效果更为明显,用此保鲜液制成的保鲜纸包装样品后35天果品外观良好,失重率比对照组降低了1.76%,酸度仅减少了0.07%,说明这种保鲜液制成的保鲜纸能有效地减少水分散失、保持果品风味。本研究将对发酵型天然保鲜剂的系统研究提供科学依据。

参考文献

- [1] 张晓林, 汪禄祥. 国内外果蔬保鲜贮藏技术发展概况[J]. 云南农业科技, 1994, (4): 18-20.
Zhang XL, Wang LX. The fresh-keeping storage technology at home and abroad development situation [J]. J Yunnan Agric Sci Technol, 1994, (4): 18-20.
- [2] 周凝, 龙滢华, 沈培奇. 国内外叶类蔬菜贮藏保鲜技术研究现状[J]. 安徽农业科学, 2013, 15: 6897-6899+6901.
Zhou N, Long JH, Shen PQ. Research status of preservation technology of leafy vegetables at home and abroad [J]. J Anhui Agric Sci, 2013, 15: 6897-6899+6901.
- [3] 张雪娇. 果蔬保鲜贮藏技术现状与对策[J]. 河南科技, 1994, (11): 8-9.
Zhang XJ. Fresh-keeping storage technology present situation and the countermeasures [J]. J Henan Sci Technol, 1994, (11): 8-9.
- [4] 毛琼, 宋晓岗, 罗宗铭. 中草药提取物保鲜水果的效果研究[J]. 食品科学, 1999, (5): 54-56.
Mao Q, Song XG, Luo ZM. The effect of Chinese herbal medicine extracts from fresh fruit research [J]. J Food Sci, 1999, (5): 54-56.
- [5] 四川医学院. 中草药学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1979.
Sichuan School of Medicine, Chinese herbal medicine [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1979.
- [6] 沈保安, 薛建海. 中国常用中草药. 第一版[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1992.
Sen BA, Xue JH. Commonly used Chinese herbal medicine in China. The first edition [M]. Hefei: Anhui Science and Technology Press, 1992.
- [7] 赖毅东. 具有抑菌活性成分中草药的筛选及防腐保鲜应用机理研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2003.
Lai YD. Has bacteriostatic screening and antiseptis application mechanism of the active ingredient of Chinese herbal medicine research [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2003.
- [8] 叶世柏. 食品理化检验方法指南 [M]. 北京: 北京大学出版社, 1991.
Ye SB. Food physical and chemical testing method guide [M]. Beijing: Peking University Press, 1991.
- [9] 李淑侠, 齐凤兰, 陈有容, 等. 微生态制剂中抑菌物质的分析 [J]. 上海水产大学学报, 2000, (4): 46-50.
Li SX, Qi FL, Chen YR, et al. Probiotics bacteriostat in qualitative analysis [J]. J Shanghai Fisher Univ, 2000, (4): 46-50.
- [10] 王步江, 杨公明. 乳链菌肽-天然防腐保鲜剂在食品中的应用 [J]. 保鲜与加工, 2005, (4): 6-7.
Wang BJ, Yang GM. Milk peptide chain bacteria - natural preservative antistaling agent in food application [J]. Storage Process, 2005, (4): 6-7.
- [11] 王蕊, 高翔, 孔令伟, 等. 乳酸链球菌素(Nisin)及其在乳品中的应用[J]. 中国供销商情. 乳业导刊, 2005, (4): 36-38.
Wang X, Gao X, Kong LW, et al. Nisin and its application in dairy [J]. China Supply Marketing Bus. Dairy Tribune, 2005, (4): 36-38.
- [12] 贺家亮, 秦翠丽, 康怀彬, 等. 乳酸链球菌素的研究现状[J]. 中国食品添加剂, 2004, (3): 42-59.
He JL, Qin CL, Kang HB, et al. The research status of streptococcus element [J]. J Food Addit China, 2004, (3): 42-59.
- [13] 丁轲, 倪学勤, 潘康成. 中草药和乳酸杆菌合生元的研究[A]. 中国畜牧兽医学动物微生态学分会第三届第六次学术研讨会论文集 [C]. 2002: 98-101.
Ding K, Ni XQ, Pan KC. The study of Chinese herbal medicine and lactobacillus biostime [A]. Animal Microecology Branch of China Animal Husbandry and Veterinary Institute Proceedings of the Third Session of the Sixth Conference [C]. 2002: 98-101.
- [14] 聂凌鸿, 黄樱樱. 草莓复合涂膜保鲜效果的研究[J]. 食品科技, 2012 (8): 52-56.
Nie LH, Huang YY. Strawberry composite coating preservation effect research [J]. J Food Sci Technol, 2012, (8): 52-56.
- [15] SB/T 10092-92 中华人民共和国行业标准山楂[S].
SB/T 10092-92 Industry standards hawthorn of the People's Republic of China [S].
- [16] 杨慧洁, 杨世海. 五味子药理作用研究概况[J]. 人参研究, 1999, (4): 6-9.
Yang HJ Yang SH. The fruit of Chinese magnoliavine pharmacological action research [J]. Ginseng Res, 1999, (4): 6-9.
- [17] 李巧如. 五味子药理作用的研究进展[J]. 西北药学杂志, 1995,

- (1): 46-48.
- Li QR. The fruit of Chinese magnoliavine research progress of pharmacological effects [J]. *J Northwest Pharm*, 1995, (1): 46-48.
- [18] 周建新, 许华, 金浩. 丁香油抑菌效果与抑菌成分的研究[J]. *食品工业*, 2000, (3): 22-23.
- Zhou JX Xu H, Jin H. Clove oil bacteriostatic composition of bacteriostatic effect and study [J]. *J Food Ind*, 2000, (3): 22-23.
- [19] 吴传茂, 吴周和. 丁香提取液的抑菌作用研究[J]. *湖北工学院学报*, 2000, (1): 43-45.
- Wu CM, Wu ZH. Clove extract of bacteriostasis research [J]. *J Hubei Instit Technol*, 2000. (1): 43-45.
- [20] 郭松年. 丁香提取液对水果防腐保鲜效果研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
- Guo SN. Clove extract of fruit antisepsis effect research [D]. Yangling: Northwest Agriculture and Forestry University, 2006.
- [21] 卫生部国家中医管理局. 禁止食品加药卫生管理办法[S]. 1987.
- The ministry of health of the state administration of TCM. Banned food medicine health management approach[S]. 1987.
- [22] 孙莹, 孙冰玉, 石彦国. 香辛料及其醇提液对低盐酱中微生物抑制作用的研究[J]. *食品工业科技*, 2012, (24): 149-152.
- Sun Y, Sun BY, Shi YG. Spices and alcohol extract of inhibition of microorganisms in a low salt sauce study [J]. *J Food Ind Sci Technol*, 2012, (24): 149-152.
- [23] 宁正祥. 烷烯基酸酯类和桂酸甲酯类的抗菌效果研究[J]. *食品科学*, 1994, (4): 60-63.
- Ning ZX. Silane alkenyl acid esters and antibacterial effect of cinnamic acid methyl ester study [J]. *J Food Sci*, 1994, (4): 60-63.
- [24] 汪海洪. 富马酸二甲酯对微生物和呼吸的抑制作用[J]. *食品与发酵工业*, 1993, (3): 54-65.
- Wang HH. Dimethyl fumarate for microorganisms and respiratory inhibition [J]. *J Food Ferment Ind*, 1993, (3): 54-65.
- [25] 赵智兴. 乳酸菌发酵上清液对肠道致病菌抑菌特性的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2006.
- Zhao ZX. Lactic acid bacteria fermentation supernatant on the study of intestinal pathogenic bacteria antibacterial properties [D]. Beijing: China Academy of Agricultural Sciences, 2006.
- [26] 王锂韞. 酸马奶酒中乳酸菌抑菌活性物质的粗提及生化特性研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2003.
- Wang LW. Acid lactic acid bacteria antimicrobial active substances of coarse mentioned in koumiss biochemistry research [D]. Huhhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2003.
- [27] 于向荣, 王志刚, 王恒振, 等. 乳酸菌发酵液在葡萄病害防治中的应用[J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2012, (5): 18-25.
- Yu XR, Wang ZG, Wang HZ, *et al.* Lactic acid bacteria fermented grape disease control [J]. *Appl Grape Wine*, 2012, (5): 18-25.
- [28] 孙晔, 张赟彬. 乳酸菌发酵冬瓜汁饮料抗菌性的初步研究[J]. *上海应用技术学院学报(自然科学版)*, 2007, (3): 53-56.
- Sun Y, Zhang DB. Lactic acid bacteria fermentation of white gourd juice beverage antimicrobial properties of preliminary study [J]. *J Shanghai Inst Appl Technol (Nat Sci Edit)*, 2007, (3): 53-56.
- [29] 刘国荣, 李平兰, 王成涛. 乳酸菌细菌素作为天然生物防腐剂在食品工业中的应用进展[J]. *北京工商大学学报(自然科学版)*, 2012, (2): 66-71.
- Liu GR, Li PL, Wang CT. Lactic acid bacteria bacteriocin as the progress in the application of natural biological preservative in food industry [J]. *J Beijing Ind Commer Univ (Nat Sci Edit)*, 2012, (2): 66-71.

(责任编辑: 白洪健)

作者简介

张鞠磊, 硕士, 主要研究方向为微生物资源发酵与功能产品开发。
E-mail: 915817654@qq.com

王 莘, 教授, 主要研究方向为微生物资源发酵与功能产品开发。
E-mail: wangxin5853@126.com