

两株乳酸杆菌 SY13 和 LJJ 对活性氧的耐受性

张书文^{1,2}, 吕加平^{1*}, 孟和毕力格², 张和平², 张立宇³, 宋金慧¹, 王知非¹

(¹中国农业科学院农产品加工研究所, 农业部农产品加工与质量控制重点开放实验室, 北京 100193)

(²内蒙古农业大学, 乳品生物技术与工程教育部重点实验室, 呼和浩特 010018)

(³内蒙古师范大学生命科学与技术学院, 呼和浩特 010022)

摘要 【目的】从传统发酵乳制品中筛选具有抗氧化能力的乳酸菌菌株并对其抗氧化特性进行评价。【方法】分别利用乳酸杆菌 SY13 和 LJJ 完整细胞和无细胞提取物对亚油酸过氧化的抑制效果, 对 DPPH 自由基、羟自由基、超氧阴离子自由基清除能力, 对过氧化氢的耐受性以及亚铁离子的螯合能力和还原活性进行了研究。【结果】结果表明, SY13 和 LJJ 对亚油酸过氧化的最大抑制率分别达到了 62.95% 和 66.16%; 两菌株的无细胞提取物清除超氧阴离子和羟自由基的效果较好, LJJ 完整细胞对超氧阴离子和羟自由基没有清除能力, SY13 和 LJJ 对 DPPH 自由基的清除能力及对亚铁离子的螯合能力都是完整细胞优于无细胞提取物, 还原活性分别相当于 305 $\mu\text{mol/L}$ 和 294 $\mu\text{mol/L}$ 的 L-cysteine。【结论】以上指标测定的结果说明, 这两株乳酸杆菌具有较好的抗氧化能力, 具有潜在的应用价值。

关键词: 乳酸杆菌, 活性氧, 抗氧化

中图分类号: Q935 **文献标识码:** A **文章编号:** 0001-6209(2009)02-0257-05

最近几年, 国内、外就活性氧在引发机体衰老和各种疾病的重要性以及抗氧化营养物质在预防疾病和提升健康效益方面进行了相关报道^[1]。生命体需要氧气才能维持生存, 氧化作用对有机体来说也是一个必要的过程。但正常氧化代谢过程中必然会产生活性氧如过氧化氢(H_2O_2)、超氧阴离子(O_2^-)、羟自由基($\cdot\text{OH}$)以及单线态氧, 它们可氧化脂肪、蛋白质、破坏 DNA 链, 从而导致一些如癌症、肺气肿、动脉粥样硬化、肝硬化、心血管疾病、关节炎等疾病的发生^[2]。

益生菌是 21 世纪的热门话题。近 30 年来, 研究者发现益生菌在对肠道菌群的调节、机体免疫系统的调节、抑制及降低肿瘤的危险、营养、抗衰老、降血脂等多方面具有重要的生物学功能^[3-4]。国外有研究乳杆菌和双歧杆菌等一些益生菌菌株具有清除活性氧自由基的报道, 也证实了其作用的存在^[5]。本研究是在传统的发酵食品中筛选出具有抗氧化活

性的乳酸菌, 并对其菌体及无细胞提取物清除自由基的能力进行了研究, 这样可以既充分利用乳酸菌开发出功能性发酵食品、提高发酵食品的附加值, 又为新型抗氧化剂的开发提供了研究基础。

1 材料和方法

1.1 材料

1.1.1 菌株: 两株乳酸杆菌 SY₁₃ 和 LJJ 是从分离自我国传统乳制品中的 43 株乳酸菌中筛选出的耐活性氧能力较强的菌株, 经 API50 CHL 及 16S rDNA 方法鉴定结果为: SY₁₃ 为 *Lactobacillus casei* subsp. *casei*, LJJ 为 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*; 对照菌株 LGG (*Lactobacillus rhamnosus* GG) 是全球最著名的益生菌之一, 已证实具有抗氧化活性, 分离自伊利集团“活悦 LGG”酸奶, 保存于中国农业科学院农产品加工研究所食品微生物实验室。

1.1.2 培养基: MRS 培养基^[6]。

基金项目: 国家“863 计划”(2006AA10Z345)

* 通信作者。Tel/Fax: +86-10-62810295; E-mail: lvjp586@vip.sina.com

作者简介: 张书文(1983-)男, 内蒙古凉城人, 硕士研究生, 研究方向为乳品微生物学。E-mail: zswmaster@163.com

收稿日期: 2008-09-09; 修回日期: 2008-10-28

1.1.3 主要试剂和仪器 亚油酸、二苯基苦基苯肼自由基(1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH) 丁基化羟基甲苯(Butylated hydroxytoluene, BHT)均为 Sigma 公司产品,硫代巴比妥酸(TBA)、过氧化氢、硫酸亚铁、邻苯三酚、L-半胱氨酸、二乙三胺五乙酸、Tris-HCl、邻-菲罗琳、铁氰化钾、三氯化铁均是国药集团化学试剂公司分析纯产品。3K-15 型高速冷冻离心机为德国 Sigma 公司生产,U-3010 型紫外分光光度计为日本日立公司生产。

1.2 两株乳杆菌完整细胞和无细胞提取物的制备
参照文献 [7] 中的方法制备。

1.3 抗脂质过氧化

抗脂质过氧化试验采用亚油酸作为不饱和脂肪酸,使用硫代巴比妥酸(TBA)法,参照文献 [8] 中的方法测定。

1.4 二苯基苦基苯肼自由基(1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH)清除能力的测定

DPPH 自由基的清除效果参照文献 [7] 中的方法测定。

1.5 过氧化氢耐受性实验

各菌株用 MRS 培养基,37℃培养 18 h,3000 × g 离心 10 min,悬浮于 PBS 中,同样操作重复 3 次,调整菌数 10⁹ cfu/mL (OD₆₀₀ = 1.1),在 PBS 中添加 H₂O₂ 使其浓度达到 1 mmol/L,37℃培养。间隔 2 h 取样,涂布于 MRS 琼脂平板上,37℃培养 48 h 计数并计算其存活率。

1.6 超氧阴离子清除能力

反应体系包括浓度为 150 mmol/L 的 Tris-HCl (pH = 8.2),浓度为 3 mmol/L 的二乙三胺五乙酸,浓度为 1.2 mmol/L 邻苯三酚和 0.5 mL 乳酸菌完整细胞和无细胞提取物,总反应体积为 3.5 mL。25℃恒温水浴反应 10 min 后在 325 nm 处测吸光值。

$$\text{超氧阴离子清除率} = \left(1 - \frac{A_{11} - A_{10}}{A_{01} - A_{00}}\right) \times 100\%$$

式中:A₀₀为不含样品和邻苯三酚;A₀₁为不含样品,含邻苯三酚;A₁₀为含样品,不含邻苯三酚;A₁₁为含样品和邻苯三酚。

1.7 羟自由基清除能力

取邻-菲罗琳(2.5 mmol/L) 1 mL 于试管中,依次加入 PBS(0.02 mol/L, pH = 7.4) 1 mL,蒸馏水 1 mL,充分混匀后,加入硫酸亚铁(2.5 mmol/L) 1 mL,混匀加 H₂O₂(质量分数为 20 mmol/L) 1 mL,在 37℃水浴 1.5 h 后在 536 nm 处测其吸光度为 A_p;用 1 mL 蒸馏水代替 1 mL H₂O₂ 为 A_b;用 1 mL 样品代替 1 mL 的蒸馏水为 A_s。

$$\text{羟自由基清除率} = \frac{A_s - A_p}{A_b - A_p} \times 100\%$$

1.8 Fe²⁺螯合能力和还原活性的测定

参照文献 [9] 中的方法测定。

1.9 统计分析

每个试验重复 3 次,结果表示为 Means + S. D.。采用 SAS V8.02 软件的 ANOVA 过程进行方差分析,邓肯氏多重检验来确定数据间的差异,差异显著水平为 P < 0.05。

2 结果和分析

2.1 抗氧化活性

两株乳杆菌 SY₁₃ 和 LJJ 的完整细胞及无细胞提取物对不饱和脂肪酸亚油酸过氧化都具有抑制效果。10⁹ 个活菌数的 SY₁₃ 和 10⁸ 个活菌数 LJJ 完整细胞对亚油酸氧化的抑制率分别为 62.95% 和 59.63%,无细胞提取物提取物的抑制率分别为 44.4% 和 66.16%。以上数据展示了两菌株对亚油酸过氧化具有良好的抑制效果。

表 1 SY₁₃ 和 LJJ 的完整细胞及无细胞提取物对亚油酸氧化的抑制能力

Strain	Viable cells/ (cfu/mL)	Cell morph	Inhibition/%
SY ₁₃	2.54 × 10 ⁹	Intact cells	62.95 ^a
		Cell-free extract	44.4 ^b
LJJ	2.10 × 10 ⁸	Intact cells	59.63 ^a
		Cell-free extract	66.16 ^a

* Antioxidative activity of 1 mL of intact cells or cell-free extract. ^{a, b} Values in the same column with different superscript letters are significantly different (P < 0.05). Data reported were means of experiments repeated three times.

2.2 二苯基苦基苯肼自由基清除能力

二苯基苦基苯肼自由基(DPPH)分光测定法是一种常见的筛选和评价抗氧化效果的有效方法,用来评价某种物质的抗氧化能力^[10]。本研究在反应体系中加入乳酸菌菌体或无细胞提取物,测定其对 DPPH 自由基的清除效果从而确定其抗氧化性能。

如图 1 所示,菌株 LJJ 和 SY₁₃ 及对照株 LGG 都显示出完整细胞对 DPPH 自由基的清除率明显高于无细胞提取物。其中,SY₁₃ 的完整细胞对 DPPH 自由基的清除率最高,达到了 27.50%,LJJ 的完整细胞对 DPPH 自由基的清除率也达到了 23.99%。两菌株完整细胞及无细胞提取物对 DPPH 自由基的清除率明显高于对照菌株 LGG,并且在 P < 0.05 水平下存在差异显著性。

2.3 过氧化氢耐受性检验

过氧化氢是一种强氧化剂,它不仅可以对细胞或组织造成直接破坏,还可以作为羟自由基的前体间接参与氧化过程。

本实验检测了乳酸菌活细胞在浓度为

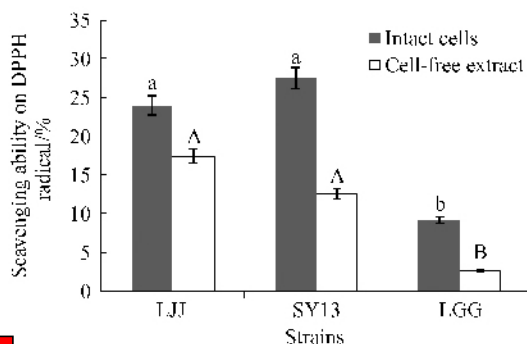


图1 不同菌株对 DPPH 自由基的清除效果

Fig.1 Scavenging effect of LJJ and SY₁₃ on DPPH radical. * Values with different letter superscripts are significantly different ($P < 0.05$). Data reported were means of experiments repeated three times.

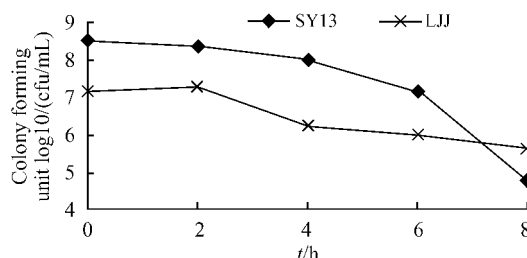


图2 两菌株在 1 mmol/L 过氧化氢中菌数与时间的变化关系图

Fig.2 Survival of intact cells of two strains in the presence of 1 mmol/L hydrogen peroxide. At 2 h time intervals, the number of viable cells was estimated by the plating the removed aliquots onto MRS agar plates.

1.0 mmol/L 的过氧化氢溶液中的存活情况。结果如图 2 所示, 两菌株在 1 mmol/L 过氧化氢中的活菌数随时间的延长都出现不同程度的下降, 但下降幅度较缓。SY₁₃ 的活菌数由起始时的 3.4×10^8 在 8 h 后仅下降到了 6.0×10^4 ; LJJ 的活菌数由起始时的 1.4×10^7 在 8 h 后仅下降到了 4.5×10^5 , 以上数据说明两菌株对过氧化氢具有极强的耐受性。

2.4 对超氧阴离子的清除能力

虽然超氧阴离子自由基(O_2^-)不能直接诱导生物和食品体系中的脂类氧化, 但它会在金属离子催化下发生 Fenton 反应产生具有高活性的羟自由基($\cdot OH$)。测定乳酸菌清除超氧阴离子自由基(O_2^-)一般采用邻苯三酚自动氧化的比色分析法。

从图 3 中可以看出, 菌株 SY₁₃ 和 LJJ 以及对照株 LGG 的无细胞提取物对超氧阴离子都具有不同程度的清除作用, 菌株 SY₁₃ 和对照株 LGG 的完整细胞也显示对超氧阴离子的清除活性, SY₁₃ 和 LJJ 完整细胞和无细胞提取物对超氧阴离子清除效果在 $P < 0.05$ 水平下存在差异显著性。

2.5 羟自由基清除能力

生命活动的代谢过程所产生的自由基中, 羟自由基($\cdot OH$)是体内极为活泼的活性氧, 氧化能力极

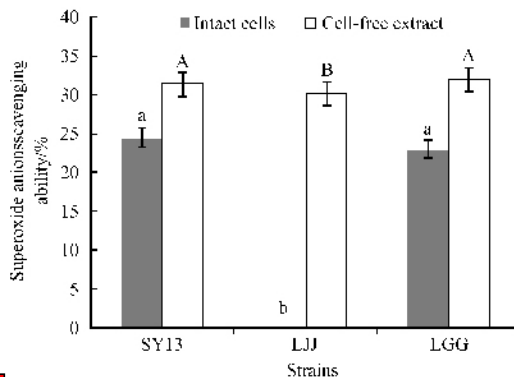


图3 不同菌株对超氧阴离子自由基的清除能力

Fig.3 Scavenging effect of SY₁₃ and LJJ on superoxide anion radical. * Values with different letter superscripts are significantly different ($P < 0.05$). Data reported were means of experiments repeated three times.

强。因此, 迫切需要加强清除羟自由基($\cdot OH$)作用的研究^[9]。

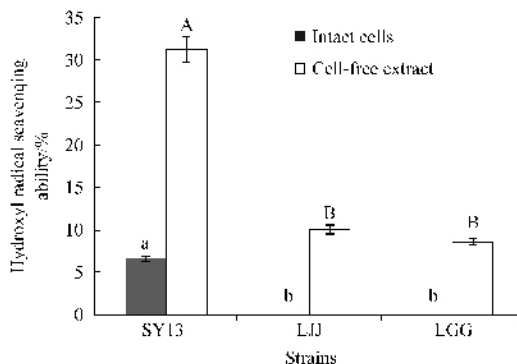


图4 不同菌株对羟自由基的清除效果

Fig.4 Eliminating ability of SY₁₃ and LJJ on hydroxyl radical. * Values with different letter superscripts are significantly different ($P < 0.05$). Data reported were means of experiments repeated three times.

从图 4 中可以看出, 菌株 SY₁₃ 和 LJJ 及对照菌株 LGG 的无细胞提取物对羟自由基都有清除能力。SY₁₃ 无细胞提取物清除率为 31.19%、LJJ 为 10.01%, 两菌株对羟自由基的清除率都明显高于对照株 LGG 的 8.58%, 仅 SY₁₃ 的完整细胞对羟自由基具有清除能力, LJJ、LGG 没有检测到其清除能力。

2.6 对 Fe²⁺ 螯合能力的测定

在多种金属离子中, Fe²⁺ 是最具影响力的促氧化剂, 会促进脂质过氧化作用的进行, 进一步损害生物膜。通过测定各菌株对亚铁离子的螯合能力进而了解其抗氧化水平。

从 Fe²⁺ 螯合的实验中得知, 菌株 SY₁₃ 和 LJJ 及对照株 LGG 的完整细胞和无细胞提取物对亚铁离子都有不同程度的螯合效果, 完整细胞的螯合能力明显高于无细胞提取物, LJJ 完整细胞的螯合能力最强, 螯合率达 50.55%; 菌株 LJJ 的螯合效果明显优于菌株 SY₁₃, 二者在 $P < 0.05$ 水平下存在着差异显

著性。

2.7 还原活性的测定

还原活性主要指一些酶(过氧化氢酶、NADH 氧化酶、NADH 过氧化物酶)和非酶复合物(VC、VE、谷胱甘肽)具有减少氧自由基和 Fe^{2+} 的能力,进而减少氧化反应的发生。

从表 2 中可以看到,两菌株都显示了较强的还原能力。SY₁₃ 无细胞提取物的还原能力高于完整细胞,相当于 305 μ mol/L 的 L-cysteine,而 LJJ 完整细胞的还原能力高于无细胞提取物。菌株 SY₁₃ 和 LJJ 的总还原能力在 $P < 0.05$ 水平下差异显著;SY₁₃ 及 LJJ 的完整细胞和无细胞提取物之间在 0.05 水平下差异不显著。

表 2 菌株 SY₁₃ 和 LJJ 对 L-半胱氨酸盐的还原能力

Table 2 Reducing L-cysteine activity of strains SY₁₃ and LJJ

Strain	Viable cells/ (cfu/mL)	Cell morph	Equivalent L-cysteine/ (μ mol/L)
SY ₁₃	2.54×10^9	Intact cells	215 ^{a,b}
		Cell-free extract	305 ^{a,b}
LJJ	2.10×10^8	Intact cells	294 ^a
		Cell-free extract	254 ^a

^{a,b} Values in the same column with different superscript letters are significantly different ($P < 0.05$). Data reported were means of experiments repeated three times.

3 讨论

乳酸菌清除活性氧自由基的机理,多数报道认为主要是乳酸菌可以产生清除超氧阴离子的超氧化物歧化酶(SOD)和清除过氧化氢和羟自由基的谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX),而正是这些酶使其具有抗氧化活性^[11,12]。也有报道,乳酸菌的还原活性及对金属离子的螯合能力使得其可以清除活性氧自由基^[13,14]。

Lin 等^[7]在抗脂质过氧化实验中发现了长双歧杆菌 ATCC15708 和嗜酸乳杆菌 ATCC4356 的细胞对亚油酸过氧化反应的抑制率为 28.3% ~ 33.2%;对 DPPH 自由基的清除率为 43.2% ~ 52.1%;对老鼠血浆脂质过氧化反应的抑制率为 11.3% ~ 16.2%;Kullisaar 等^[5]在研究中发现, *L. fermentum* E-3 和 E-8 菌株的细胞浓度在 1.0 mmol/L 的过氧化氢溶液中的存活时间分别为 180 min 和 150 min,而无抗氧化活性的 *L. fermentum* E-338-1-1 的存活时间仅为 90 min,同时检测出 *L. fermentum* E-3 和 E-8 具有 SOD 酶活性;Athina 等^[7]发现,米酒乳杆菌具有抗过氧化氢能力,并发现其无细胞提取物具有清除羟自由基的能力、螯合亚铁离子能力以及具有还原活性。

通常用脂质过氧化来讨论常见的氧化反应。有关脂质过氧化的起因有很多假设,其中自由基链锁

反应是被人们所广泛接受的。利用亚油酸作为不饱和脂肪酸,采用硫代巴比妥酸法测定其抗氧化能力。本研究中乳酸杆菌 SY₁₃ 及 LJJ 的完整细胞及无细胞提取物对亚油酸过氧化显示了较好的抑制效果;同时,两菌株的完整细胞及无细胞提取物都具有清除 DPPH 自由基能力,和对照菌株 LGG 比较在 $P < 0.05$ 水平下存在差异显著性。

研究已经证实,各种活性氧自由基可以在体内连续不断地产生。检测抗氧化物质对活性氧自由基的清除能力成为研究抗氧化代谢的一条途径。本研究详细评估了乳酸杆菌 SY₁₃ 及 LJJ 对几种重要的活性氧自由基($\cdot OH$ 、 O_2^- 、 H_2O_2)的清除效果。结果显示,SY₁₃ 和 LJJ 的完整细胞在 1.0 mmol/L 的过氧化氢溶液中 8h 后,仍然保持较高的活菌数,说明了对两菌株对 H_2O_2 具有很好的耐受性;本次实验中,我们也发现 SY₁₃ 及 LJJ 的无细胞提取物在清除羟自由基($\cdot OH$)和清除超氧阴离子自由基(O_2^-)中发挥了主导作用,而 LJJ 的完整细胞对羟自由基($\cdot OH$)和超氧阴离子自由基(O_2^-)没有清除效果。

亚铁离子(Fe^{2+})可以在过氧化氢存在的情况下通过 Fenton 反应产生毒性极强的羟自由基。因此本实验对 SY₁₃ 和 LJJ 对亚铁离子的螯合能力进行检测。结果显示,两菌株的完整细胞及无细胞提取物对亚铁离子具有一定的螯合能力。LJJ 完整细胞对亚铁离子的螯合能力可达 50.55%,和对照菌株 LGG 比较在 $P < 0.05$ 水平下存在差异显著性。

通过乳酸杆菌 SY₁₃ 及 LJJ 对各种活性氧自由基耐受性的综合分析,我们初步断定 SY₁₃ 和 LJJ 是两株抗氧化能力较好的乳酸菌。发酵乳制品是人们摄入外源乳酸菌的一条重要渠道,筛选出性能优良的、具有抗氧化活性的乳酸菌菌株,对于开发功能性乳制品、丰富现有乳制品种类、提高乳制品的附加值将具有重要意义。

参考文献

- [1] Cao GH, Verdon CP, Wu AHB, et al. Automated assay of oxygen radical absorbance capacity with the COBAS FARA II. *Clinical Chemistry*, 1995, 41(1): 1738 - 1744.
- [2] Chandra J, Samali A, Orrenius S. Triggering and modulation of apoptosis by oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine* 2000, 29(3-4): 323 - 333.
- [3] Gilliland SE. Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Letters*, 1999, 87(1-2): 175 - 188.
- [4] Lin MY, Yen CL. Antioxidative ability of lactic acid Bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999,

- [5] Kullisaar T ,Zilmer M ,Mikelsaar M ,et al. Two antioxidative Lactobacilli strains as promising probiotics. *International Journal of Food Microbiology* ,2002 ,72(3) :215 – 224.
- [6] Lee SO ,Kim CS ,Cho SK ,et al. Bioconversion of linoleic acid into conjugated linoleic acid during fermentation and by washed cells of *Lactobacillus reuteri*. *Biotechnology Letters* ,2003 ,25(12) :935 – 938.
- [7] Lin MY ,Chang FY. Antioxidative effect of intestinal bacteria *Bifidobacterium longum* ATCC 15708 and *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356. *Digestive Diseases and Sciences* , 2000 ,45(8) :1617 – 1622.
- [8] Lin MY ,Yen CL. Reactive oxygen species and lipid peroxidation product-scavenging ability of yogurt organism. *Journal of Dairy Science* ,1999 ,82(8) :1629 – 1634.
- [9] Amanatidou A ,Smid EJ ,Bennik MH ,et al. Antioxidative properties of *Lactobacillus sake* upon exposure to elevated oxygen concentrations. *FEMS Microbiology Letters* ,2001 , 203(1) :87 – 94.
- [10] 许士凯.实用抗衰老药物手册.第一版.上海:上海中医药大学出版社,2004.
- [11] Amanatidou A ,Bennik MH ,Gorris LG , ,et al. Superoxide dismutase plays an important role in the survival of *Lactobacillus sake* upon exposure to elevated oxygen. *Archives of Microbiology* ,2001 ,176(1-2) :79 – 88.
- [12] Poyart C ,Pellegrini E ,Gaillot O ,et al. Contribution Mn-cofactored superoxide dismutase (SodA) to the virulence *Streptococcus agalactiae*. *Infection and Immunity* ,2001 ,69(8) :5098 – 5106.
- [13] Saide JAO ,Gilliland SE. Antioxidative activity of lactobacilli measured by oxygen radical absorbance capacity. *Journal of Dairy Science* 2005 ,88(4) :1352 – 1357.
- [14] Lee J , Hwang K , Chung MY , et al. Resistance of *Lactobacillus casei* KCTC 3260 to reactive oxygen species (ROS):Role for a metal ion chelating effect. *Journal of Food Science* 2005 ,70(8) :388 – 391.

Resistance of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* SY₁₃ and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* LJJ to reactive oxygen species

Shuwen Zhang ,Jiaping Lv* ,Bilige Menghe ,Heping Zhang ,Liyu Zhang ,Jinhui Song ,Zhifei Wang

(¹Key Laboratory of Agricultural Product Processing and Quality Control , Ministry of Agriculture ,Institute of Agro-food Science and Technology ,Chinese Academy of Agricultural Science ,Beijing 100193 ,China)

(²Key Laboratory of Dairy Biotechnology and Engineering ,Ministry of Education ,Inner Mongolia Agricultural University ,Huhhot 010018 ,China)

(³College of Life Sciences and Technology ,Inner Mongolia Normal University ,Huhhot 010022 ,China)

Abstract [Objective] We evaluated antioxidative effect of two antioxidative strains isolated from the traditional fermented dairy products. **[Methods]** Both intact cells and cell-free extract of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* SY₁₃ and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* LJJ were used to study the inhibited effect of linoleic acid peroxidation ,the ability of scavenging 1 ,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical ,hydroxyl radical ,superoxide anion radical ,the ability of tolerancing hydrogen peroxide and the chelating capacity of ferrous ion and reducing activity. **[Results]** *Lactobacillus casei* subsp. *casei* SY₁₃ and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* LJJ demonstrated highest inhibition on linoleic acid peroxidation by 62.95% and 66.16% ,respectively. The cell-free extract showed excellent scavenging superoxide anion and hydroxyl radicals activity. However ,the intact cells of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* LJJ scavenging superoxide and hydroxyl radicals capacity were not detected. The intact cells of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* SY₁₃ and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* LJJ on 1 ,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging ability and chelating ferrous ion capacity were superior to cell-free extract. The highest reduced activity was equivalent to 305 μmol/L and 294 μmol/L L-cysteine. **[Conclusion]** Two latobacilli strains had good antioxidant capacity. As potential probiotics ,it can be used in future.

Keywords : Lactobacillus ; reactive oxygen species ; antioxidative

(本文责编 :王晋芳)

Supported by the National Programs for High Technology Research and Development of China (2006AA10Z345)

*Corresponding author. Tel/Fax :+ 86-10-62810295 ; E-mail :lvjp586@vip.sina.com

Received 9 September 2008/ Revised 28 October 2008