

# 利用乳酸菌生产传统发酵食品研究进展

陈其钢, 温明显

(新疆中亚食品研发中心, 新疆 乌鲁木齐 830026)

摘要: 传统发酵食品种类丰富, 风味独特, 是食品工业重要组成部分, 乳酸菌是应用于传统食品发酵的重要菌株。通过对乳酸菌的基本特征及其在传统发酵食品生产中的应用进行分析, 旨在为实现传统发酵食品工业化生产提供参考。

关键词: 乳酸菌; 纯种发酵; 传统发酵食品; 品质

中图分类号: TS201 文献标志码: A doi: 10.3969/jissn.1671-9646(X).2013.09.044

## *Lactobacillus* Cultivation for Preparation of Traditionally Fermented Foods

CHEN Qi-gang, WEN Ming-xian

(Central Asia Food Research and Development Centre, Urumqi, Xinjiang 830026, China)

Abstract: Traditionally fermented foods with plentiful varieties and special flavor are a major part of current food industry. *Lactobacillus* is an important bacteria used in food industry. In this paper, fermentation with *Lactobacillus* during the production of traditionally fermented foods have been discussed, which will provide a theoretical reference for the industrialization of traditionally fermented foods.

Key words: *Lactobacillus*; pure fermentation; traditionally fermented foods; quality

## 0 引言

中国传统发酵食品生产历史悠久, 风味独特, 深受人们喜爱。传统发酵食品包括发酵蔬菜、发酵肉制品、发酵乳制品、白酒及发酵调味品等, 是我国食品工业的重要组成部分。近年来研究发现, 发酵食品不仅具有独特的风味和优良品质, 而且还在微生物和酶的作用下产生抗氧化活性物质、生物活性肽、多糖等功能因子<sup>[1]</sup>, 具有较高的营养保健价值, 开发潜力巨大。自然发酵是我国传统发酵食品常采用的发酵方式, 是利用天然存在的乳酸菌等微生物进行发酵。随着现代食品工业的发展以及消费者对食品安全的重视, 迫切需要发酵食品低盐、低亚硝酸盐含量, 实现标准化、工业化生产。利用乳酸菌纯种发酵技术生产传统发酵食品正好可以满足人们的这些要求。本文综述了乳酸菌的基本特征及其在发酵食品中的应用, 旨在为提高我国发酵食品的加工水平提供参考。

乳酸菌是指一类可发酵碳水化合物、产生大量乳酸的革兰氏阳性球菌或杆菌的统称, 其一般呈革兰氏阳性、厌氧、无芽孢、耐酸。对于乳酸菌的分类, 目前尚未有统一的定论, 依据《伯杰氏系统细菌学手册》, 乳酸菌主要归于6个属。

乳酸菌分类见表1。

表1 乳酸菌分类

属名	种数 / 个	生存环境
链球菌属 ( <i>Streptococcus</i> )	14	动物肠管、乳制品和植物
片球菌属 ( <i>Pediococcus</i> )	8	酱油、腌制品、腐败啤酒等发酵物
明串珠菌属 ( <i>Leucoasoc</i> )	4	蔬菜、水果、乳制品和葡萄酒
乳杆菌属 ( <i>Lactobacillus</i> )	44	乳制品、酿造食品、腐败肉类、动物肠管和口腔
双歧杆菌属 ( <i>Bifidobacterium</i> )	24	动物肠管、口腔和牛羊瘤胃
产孢乳杆菌属 ( <i>Sporolactobacillus</i> )	1	鸡饲料

## 1 在发酵食品中应用的主要乳酸菌菌种

乳酸菌是传统发酵食品生产中的重要菌株, 有着重要的经济价值。

乳酸菌在食品加工中的应用<sup>[2]</sup>见表2。

## 2 乳酸菌在发酵蔬菜中的应用

蔬菜发酵是以蔬菜为原料利用有益微生物的生

表2 乳酸菌在食品加工中的应用

菌种	产品类型	乳酸菌的作用
嗜热链球菌 保加利亚乳杆菌	发酵乳及乳 酸菌饮料	产生爽口酸味和芳香物质
乳酸链球菌 乳脂链球菌 乳脂明串珠菌	乳酪	有助于凝乳酶的凝固,并提供 柔和酸味,抑制腐败菌生长
嗜热链球菌 嗜酸乳杆菌 肠膜明串珠菌 德氏乳杆菌 植物乳杆菌	发酵豆乳	除去大豆腥味,改善组织状态 和风味
乳酸片球菌 植物乳杆菌	香肠	降低 pH 值,抑制腐败菌生长
膜明串珠菌 植物乳杆菌	泡菜	柔和酸味,抑制腐败菌生长

成物及控制一定生产条件进行保藏蔬菜的一种方式<sup>[3]</sup>。蔬菜的泡制、腌制、酱制等不同的加工方法,都不同程度地进行了微生物的发酵活动。国内研究人员发现,在中国发酵蔬菜中分离筛选出的生产性能优良菌株主要包括植物乳杆菌、短乳杆菌、肠膜明串珠菌、干酪乳杆菌、嗜酸乳杆菌和弯曲乳杆菌。

### 2.1 在泡菜中的应用

泡菜是我国的传统发酵蔬菜制品,其传统工艺是将蔬菜用泡菜盐水浸泡进行乳酸发酵,泡熟后就能直接食用的发酵蔬菜制品。泡菜制作一般都采用高盐分、长时间盐渍工艺,其原理是蔬菜在5%~10%的高质量分数食盐溶液中,借助于天然附着在蔬菜表面的有益微生物(主要是乳酸菌),利用蔬菜泡制切割处理时涌出的汁液,进行缓慢的发酵产酸,降低pH值,同时利用食盐的高渗透压,共同抑制其他有害微生物的生长,经15~30d的发酵获得泡菜成品<sup>[4]</sup>。泡菜中常见的乳酸菌主要有植物乳杆菌、短乳杆菌、肠膜明串珠菌和双歧杆菌等<sup>[5]</sup>。我国传统泡菜加工工艺简单,发酵速度、品质等方面受自然条件的影响大,品质不稳定,容易受到有害微生物的侵染,受污染后会产生危害人体健康的亚硝酸盐,影响泡菜品质<sup>[6-7]</sup>。因乳酸菌可以提高食品的营养价值,改善食品风味,提高食品保藏性和附加值,近年来乳酸菌以及其特殊生理活动和营养功能,日益引起人们的重视。

利用乳酸菌纯种发酵泡菜,可提高原料利用率、缩短加工周期,改善产品营养品质; Tolonen 等人<sup>[7]</sup>利用多种乳酸菌发酵泡菜,发现产品中均含有不同量的乳链菌肽(Nisin),能抑制大肠杆菌、金黄色葡萄糖球菌、沙门氏杆菌等增殖,具有广谱抗菌性,可提高发酵食品安全性。沈国华<sup>[8]</sup>利用多种乳酸菌发酵蔬菜并对温度进行控制,发现接种后发酵速度比自然发酵提高3倍。黄业传等人<sup>[9]</sup>利用植物乳杆菌、

短乳杆菌、肠膜明串珠菌作为发酵剂,采用叶用芥菜为泡菜原料,对自然发酵和人工发酵泡菜的品质作了对比,结果表明二者在感官品质、有机酸、香气成分、氨基酸含量上无明显差异,但乳酸菌接种发酵能显著降低亚硝酸盐含量,缩短发酵时间。

### 2.2 在发酵辣椒酱中的应用

我国辣椒酱生产历史悠久,加工方式因地制宜,但普遍采用传统工艺,其产品质量难控制。现代研究证实,辣椒具有镇痛、抗癌、抗菌、抗辐射、抗诱变、预防心血管疾病、改善消化功能、减肥、促进血液循环等功效<sup>[10]</sup>。随着人们生活水平的提高和改善,消费者对辣椒酱的品质、品种、安全性和保健性等有着新的要求<sup>[11]</sup>。常用于辣椒发酵的乳酸菌主要有嗜酸乳杆菌、植物乳杆菌、肠膜明串珠菌和类链球菌等<sup>[12]</sup>。

近年来有少量利用纯种乳酸菌发酵生产辣椒酱的报道,杨海燕等人<sup>[13]</sup>采用从自然发酵的辣椒酱中分离出的植物乳杆菌和肠膜明串珠菌,进行了纯种发酵辣椒试验的工艺研究,研究表明利用乳酸菌纯种发酵辣椒酱可缩短发酵生产时间,更有利于抑制杂菌的生长,可以明显减少发酵过程中亚硝酸盐的积累。李达等人研究了壳聚糖对辣椒酱发酵作用的影响,结果显示添加0.3%的壳聚糖对保藏和发酵效果最好。赵玲艳等人从自然发酵的辣椒中分离出了3株适合发酵辣椒的乳酸菌,并对它们的产酸速度、抑制亚硝酸盐合成的性能进行了研究。结果表明,这3株乳酸菌在产酸速度、耐盐性等方面都适合用来发酵辣椒。邓放明等人<sup>[14]</sup>从发酵的剁辣椒、泡菜和辣椒酱选育了2株碎鲜辣椒发酵制品接种发酵用乳酸菌(*Lact.chili.6*和*Lact.chili.8*),经接种与低盐发酵试验证明*Lact.chili.6*和*Lact.chili.8*产酸速度快,抑制杂菌能力强,产品中亚硝酸盐含量低,发酵后期产品酸度稳定,低食盐含量(10%以下)发酵产品的保藏期能显著延长。

## 3 生物保鲜剂

随着食品化学防腐剂的高残留和对人体健康的影响,具有无毒、安全等特点的生物保鲜剂日益受到人们的关注。乳酸菌细菌素是细菌在代谢过程中由核糖体合成的蛋白类抑菌物质,不仅可以改善肠道生态,而且是一类具有潜在开发能力的天然食品防腐剂。其中,乳酸链球菌所产细菌素Nisin已被60多个国家广泛应用于乳制品和罐藏食品。近年来,已有较多产抑菌物质的乳酸菌的报道<sup>[15-16]</sup>,筛选广谱、高效的乳酸菌素产生菌及细菌素性质研究仍是当前的研究热点。朱军莉等人从传统泡菜和腊肠中分离、筛选得到具有较高抑菌活性的乳酸菌,鉴定为植物乳杆菌。结果表明,该菌株所产生的抑菌物

质可以有效抑制革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌的生长,可被多种蛋白酶失活,pH值越低抑菌能力越强,该类物质是一种蛋白质活性的细菌素物质。王成涛等从发酵香肠中分离筛选出1株产类细菌素的乳酸杆菌(*Lactobacillus sp.*),该菌株产生的类细菌素对革兰氏阴性菌抑制作用较强,并且在酸性条件下抑菌活性较强,显示出一定的抗菌广谱性和作为食品防腐剂的潜在应用价值。

#### 4 乳酸菌在发酵肉制品中的应用

发酵肉制品是指在自然或人工控制条件下,利用微生物和酶的发酵作用,使原料肉发生一系列生物化学变化及物理变化,而形成具有特殊风味、色泽和质地以及较长保存期的肉产品<sup>[18]</sup>。我国是肉类产品产销大国,全国各地都有一些名优的发酵肉制品,如浙江金华火腿、哈尔滨风干肠等,但都属于自然发酵,其生产存在加工周期长、产品质量不稳定等问题;使用发酵剂生产发酵肉制品可以缩短生产周期、提高产品的质量稳定性,因此选育优良的微生物菌种作为发酵剂是发酵肉制品加工的关键。目前,欧美国家已利用发酵剂大规模生产发酵肉制品,它们色香浓郁、风味独特,为消费者所接受,市场潜力巨大<sup>[19-20]</sup>。

##### 4.1 发酵香肠

发酵香肠是指在香肠的配料中加入乳酸菌菌种,灌入肠衣,经发酵而制成具有稳定微生物特性和典型发酵香味的肉制品<sup>[21]</sup>。因其在加工过程中经过了生物发酵,由特殊微生物将糖转化为各种酸或醇,使肉制品的pH值降低,并经低温脱水使 $A_w$ 下降,制成发酵干燥肉制品。在香肠的发酵过程中,微生物使肉的部分蛋白质分解为氨基酸,提高了香肠的消化吸收率;同时,必需氨基酸、维生素和益生素的增加提高了其营养作用。发酵及成熟过程中产生的酸、醇、非蛋白态含氮化合物、脂类等使发酵香肠具有独特的风味。香肠中大量乳酸存在,对致病菌和腐败菌起到抑制作用,同时有些微生物还能分泌抗菌素杀灭部分致病菌和引发腐败的细菌,从而保证产品安全性,延长产品货架期。关于发酵香肠的研究工作主要集中在以下方面:①改进发酵香肠生产工艺的研究,主要研究发酵香肠在发酵过程中的生化和微生物变化以及生产工艺条件对最终产品质量的影响;②筛选和构建具有优良性状的微生物发酵菌种的研究<sup>[22]</sup>。

Montel等人发现乳酸菌在肉制品发酵过程中产生的乳酸以及部分副产物(如甲酸、乙酸、琥珀酸等)是香肠重要的呈香物质,可赋予产品特殊的香味。

崔廷婷等人从埃及色拉米香肠中,分离出一株性能优良的植物乳杆菌,该菌株具有良好的发酵特

性和耐受性,将其作为发酵剂,可能赋予我国传统发酵肉制品特殊的风味。卢士玲等<sup>[23]</sup>从发酵香肠、腊肠、火腿中分离出2株德氏乳杆菌,并建立了一套发酵肉制品中乳酸菌的分离鉴定方法。

##### 4.2 腊肉制品

腊肉具有色香浓郁、肥而不腻、风味独特的特点。传统的加工方法是鲜肉经去骨、洗涤、晾干后,加食盐腌制,自然发酵,再烟熏而成。这种加工方法是依靠原料肉自身微生物菌群中的乳酸菌和杂菌的竞争作用,因而存在产品品质难以控制、贮藏期短等缺点。利用乳酸菌直接接种到肉制品中进行发酵,由于乳酸菌发酵产酸,某些菌株还产生细菌素,抑制了腐败菌和病原菌的生长繁殖<sup>[24-25]</sup>,因此不仅可以弥补自然发酵的不足,也可以赋予产品独特的风味,并且不受季节的限制。刘晓蓉等人<sup>[26]</sup>利用植物乳杆菌和啤酒片球菌混合发酵腊肉,结果表明在菌种配比1:1,接种量3.5%,发酵温度30℃,发酵时间20h的条件下,腊肉品质最优,该发酵腊肉呈玫瑰红色,质地干爽致密,具有浓郁香味。

#### 5 乳酸菌在乳制品加工中的应用

乳制品作为乳酸菌发酵应用最广泛的领域,主要包括酸奶、奶油和干酪。

酸奶是以鲜牛奶或奶粉为主要原料,经乳酸菌发酵而制得的产品。应用于酸奶生产的乳酸菌主要有乳杆菌属、链球菌属,此外还有双歧杆菌属。生产中常用的有保加利亚乳杆菌、嗜酸乳杆菌、嗜热链球菌、乳脂链球菌、两歧双歧杆菌、长双歧杆菌等,可单菌株发酵,但一般以2种以上菌种混合使用。奶油是从牛奶、羊奶中提取的黄色或白色脂肪性半固体食品。

近年来国内外学者,对发酵乳制品开展了深入地研究,Minervini等人<sup>[27]</sup>筛选出*Streptococcus thermophilus*,*Lactobacillus casei*2种乳酸菌发酵羊乳,产品中益生菌的数量大于 $1 \times 10^7$ CFU/g,并产生了血管紧张素转化酶(ACE-I)抑制肽、 $\gamma$ -氨基丁酸(GABA)2种生物活性物质,为开发功能性发酵羊乳提供了新思路。

#### 6 结语

乳酸菌在自然界广泛分布,并与人类生活密切相关,在工业、农业和医学等重要领域有较高应用价值,特别是在食品行业。近年来,国内外对乳酸菌的研究已越来越深入,日本、韩国等发达国家的发酵食品加工多采用人工发酵,而我国大部分发酵食品还是自然发酵。与自然发酵相比,人工发酵食品虽然有很多优点,但在风味、品质等方面还存在一定的缺陷。在传统发酵食品中,采用纯种发酵技

术代替自然发酵过程的研究,已经在国内外取得一些成绩。近年来,利用现代微生物技术和分子生物学技术来改造乳酸菌,进一步了解乳酸菌的代谢途径,或利用此技术获得大量乳酸菌代谢产物的研究,正在成为研究的热点。

#### 参考文献:

- [1] 赵树欣. 应重视对我国传统发酵食品的研究 [J]. 食品工业, 2004, 3 (1): 176-179.
- [2] 康明丽. 乳酸菌及其在食品工业中的应用 [J]. 河北工业科技, 2008, 25 (6): 391-409.
- [3] 杨荣玲, 肖更生, 吴晓玉, 等. 我国蔬菜发酵加工研究进展 [J]. 保鲜与加工, 2006 (2): 15-18.
- [4] 于新, 杨鹏斌, 杨静. 泡菜加工技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2012: 3-4.
- [5] 周秀琴. 乳酸菌在调味品及腌渍物中的应用 [J]. 杭州食品科技, 2004, 37 (2): 30.
- [6] 孔润常. 风味别致的朝鲜泡菜 [J]. 药膳食疗研究, 2000 (1): 44.
- [7] Tolonena M, Rajaniemi S, Pihlava J M, et al. Formation of nisin, plant-derived biomolecules and antimicrobial activity in starter culture fermentations of sauerkraut [J]. Food Microbiology, 2004, 21 (2): 167-179.
- [8] 沈国华. 纯种接种技术在腌渍蔬菜加工上的应用研究 [J]. 中国调味品, 2002 (6): 24-31.
- [9] 黄业传, 曾凡坤. 自然发酵与人工发酵泡菜的品质对比 [J]. 食品工业, 2005 (3): 4-43.
- [10] 聂乾忠, 夏延斌, 曾晓楠, 等. 辣椒素类物质对高血脂症大鼠血脂的影响 [J]. 食品与机械, 2010, 26 (1): 77-80.
- [11] 张忠刚, 邓放明. 辣椒的生产现状及发展方向 [J]. 农产品加工 (学刊), 2006 (6): 19-22.
- [12] 张菊华, 单杨, 李高阳. 乳酸菌发酵蔬菜汁的呈味作用 [J]. 湖南农业科学, 2004 (1): 67-70.
- [13] 杨海燕, 沙漠, 于蒙, 等. 乳酸菌纯种发酵辣椒酱工艺研究 [J]. 中国食品工业, 2011 (9): 55-57.
- [14] 邓放明, 李罗明, 尹华, 等. 碎鲜辣椒发酵制品发酵用乳酸菌的选育与接种发酵试验 [J]. 食品科学, 2005, 26 (3): 106-109.
- [15] 王成涛, 曹雁平, 孙宝国, 等. 产类细菌素乳酸菌的筛选及其生物学特性研究 [J]. 中国酿造, 2008 (23): 50-53.
- [16] 荆谷, 孔健, 李德冠, 等. 乳酸乳球菌 L9 所产类细菌素 *Lactococcin GJ-9* 的初步研究 [J]. 食品与发酵工业, 2003, 29 (9): 17-21.
- [17] 朱军莉, 王晔, 励建荣. 生物保鲜乳酸菌的筛选及其细菌素特性研究 [J]. 中国酿造, 2010 (5): 42-46.
- [18] 孔保华, 马丽珍. 肉品科学与技术 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009: 289.
- [19] 刘树立, 王春艳, 王华, 等. 肉制品发酵剂的研究进展 [J]. 中国调味品, 2007 (4): 31-37.
- [20] 王艳梅, 马丽珍. 发酵肉制品的研究现状 [J]. 肉类工业, 2004 (6): 41-42.
- [21] 苗君莅, 陈有容, 齐凤兰, 等. 乳酸菌在肉制品、酿造业等领域的应用 [J]. 乳品科学与技术, 2005 (2): 49-53.
- [22] 张兰威, 郭清泉, 王静, 等. 植物乳杆菌对成熟过程风干香肠特性的影响 [J]. 食品与机械, 2001 (4): 21-25.
- [23] 卢士玲, 吴桂春, 李开雄, 等. 发酵肉制品中乳酸菌的分离、筛选和鉴定 [J]. 食品与生物技术学报, 2006, 25 (3): 116-121.
- [24] 刘素纯, 胡茂丰, 李宗军. 自然发酵肉制品中乳酸菌的分离及特性研究 [J]. 食品与机械, 2006, 22 (2): 62-65.
- [25] 叶劲松, 李洪军. 乳酸菌接种量对发酵猪耳西式火腿品质的影响 [J]. 食品与机械, 2007, 23 (2): 38-40.
- [26] 刘晓蓉, 朱美娟. 乳酸菌发酵腊肉的研究 [J]. 食品与机械, 2009 (2): 141-143.
- [27] Minervini F, Bilancia M T. Fermented goat's milk produced with selected multiple starters as a potentially functional food [J]. Food Microbiology, 2009, 26 (6): 559-564.

(上接第 49 页)

定发展对象,因地制宜,规模发展,科学发展。

### 3.3 加大科技投入,提高产品开发力度

针对目前市场上出现的红枣产品种类少、品质差、科技含量低、品牌杂的现状,各大高校、科研院所要根据各自的研究特点,进行重点研究,增加科技含量,加大科技投入,提高产品开发力度,根据红枣的营养和保健功能开发红枣产品。①要保持新鲜红枣的特性,提高红枣保鲜保藏技术,选择最佳的红枣加工工艺和加工方式;②加大红枣保健产品的开发,充分发挥其营养丰富,功能独特的特性;③应用高新技术——纳米技术、真空冷冻干燥技术、表面活性技术等与红枣加工技术结合,开发研制红枣新产品。

### 3.4 规模化经营,发展拳头产品

目前,红枣产业生产方式落后,达不到规模化经营,缺乏名牌产品。原因是生产企业大部分为家庭作坊,小而多,企业产品多而乱,没有规模,上不了档次。企业必须走规模化经营的道路,优化资源、有效整合;扶植龙头企业,带动枣产业发展;培育主打产品、优势产品、特色产品,走出一条具有山西特色的红枣产业发展之路。

#### 参考文献:

- [1] 张艳红. 红枣中营养成分测定及质量评价 [D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2007.
- [2] 刘孟军. 国内外枣树生产现状、存在问题和建议 [J]. 中国农业科技导报, 2002 (2): 76-80.