

蔬菜腌制及其乳酸菌技术的研究进展

吴祖芳, 赵永威, 翁佩芳

(宁波大学 海洋学院/应用海洋生物技术教育部重点实验室, 浙江 宁波 315211)

摘要: 蔬菜腌制加工是蔬菜加工产业中的重要组成部分, 随着农产品加工新技术及乳酸菌研究的逐步深入和发展, 腌制蔬菜也成为一个新的研究热点。作者分析了国内外有关蔬菜腌制过程中微生物、乳酸菌的代谢及其蔬菜腌制风味发生机制、腌制蔬菜功能特性评价以及发酵剂开发等方面的研究进展, 为蔬菜腌制技术的发展等提供参考。

关键词: 蔬菜腌制; 乳酸菌; 风味; 营养功能

中图分类号: TS 205.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1689(2012)07-0678-09

Pickling Process of Vegetables and its Lactic Acid Bacteria Technology

WU Zu-fang, ZHAO Yong-wei, WENG Pei-fang

(Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology, Ministry of Education & School of Marine Science, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Pickled vegetables processing is an important part of the vegetable processing industry. With the gradual deepening developing of lactic acid bacteria research and new technologies of agricultural products processing, one of the great research interests was focused on the study of pickled vegetables process. In this paper, the microbial diversity, metabolite of lactic bacteria and flavor compound formation, the functional properties evaluations as well as the ferment starter application of pickled vegetables were elucidated among the domestic and foreign research progress. This can provide the references for technology development and research of pickled vegetables processing.

Key words: pickled vegetables, lactic acid bacteria, flavor, nutritional function

我国是蔬菜产业大国, 蔬菜种植面积和产量均居世界第一, 而蔬菜腌制目前又是一种重要的生鲜蔬菜加工方法^[1-2]。据考证, 蔬菜腌制加工的历史源远流长, 我国蔬菜腌制起源于周朝, 距今至少已有 2 500 年的历史^[3-4], 我们的祖先用盐渍法来保藏和加工生鲜蔬菜, 千百年来世代相传, 经过不断的发展创新形成了品种繁多、风味各异、食用方便、易于保存和深受消费者喜爱的老字号盐渍制品, 如

北京的“六必居”、扬州的“三和”“四美”、昆明的“水香斋”等^[5]。近几年来, 我国腌制菜加工产业发展十分迅速, 据不完全统计, 仅成都周边地区的泡菜生产企业就已经突破 1 000 家以上^[6]; 而传统蔬菜腌制加工在江浙一带也十分发达, 如浙江余姚的榨菜加工产业其产值达到了 10 亿元以上, 菜农超过 10 万人, 余姚已被农业部命名为“全国榨菜之乡”。目前我国泡菜已经出口到美国、加拿大和日本等多

收稿日期: 2011-06-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(31171735, 31071582); 宁波市农业择优委托项目(2010C10017)。

作者简介: 吴祖芳(1963-), 男, 浙江奉化人, 工学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事食品生物技术研究。

E-mail: wuzufang06@yahoo.com.cn

个国家和地区,但是我国泡菜的市场销售额还不足10亿,出口总额约500万美元,仅占国际泡菜市场的3%,这也说明我国的泡菜还有发展的潜力,在品质和品位上都有待提高;而作为一种环境友好、节水和高效的榨菜等蔬菜的低盐腌制加工技术是目前蔬菜腌制业重要研究方向。

蔬菜腌制保藏的原理主要是利用一定浓度的食盐溶液产生的高渗透压来抑制不耐盐有害微生物的生长,并借助于蔬菜表面附着的耐盐性有益微生物(如乳酸菌等)进行缓慢的发酵产酸、降低腌制品的pH值,从而保存蔬菜的一种加工方法^[7]。在蔬菜腌制过程中会产生各种活性乳酸菌,这些乳酸菌对人体健康有益,是参与调节人体肠道微生态平衡的主要菌系^[8]。

鉴于蔬菜的保藏方法及其产品独特的特性,目前,国内外越来越多的专家学者开始对蔬菜腌制进行系统的研究,主要集中在蔬菜腌制的微生态组成、优良乳酸菌的分离鉴定和功能性评价,腌制蔬菜风味检测及形成机理以及发酵剂的开发等方面。

1 蔬菜腌制微生态的研究

蔬菜腌制加工中产品质地、风味和营养等品质与存在的微生物种群、数量等密切相关,如刘玲等^[9]研究了榨菜腌制过程中的主要组分原果胶如受一些霉菌产生的原果胶酶和果胶酶的作用水解为果胶,进一步可形成果胶酸和半乳糖醛酸等产物使蔬菜组织硬度下降或变软,由此引起产品脆度的下降。因此,了解蔬菜腌制过程中的微生态结构以及动态变化对于研究蔬菜腌制非常重要。

1.1 传统分离培养方法对蔬菜腌制微生物的研究

研究腌制蔬菜中微生物的传统分离培养法是指将样品经过一定的处理后接种于选择性培养基中,然后对分离到的微生物进行生理生化及形态结构等特性的分析,进行种属的分类鉴定,其操作相对简单,应用较为广泛。如巨晓英等^[10]从多种自制泡菜中分离到了31株乳酸菌,经鉴定多数为戊糖片球菌,表明戊糖片球菌在泡菜的发酵过程中起重要作用,可能是引起泡菜发酵的优势菌种,其中,在蔬菜初始发酵阶段和主发酵阶段起主要作用的乳酸菌主要为粪链球菌、肠膜明串珠菌和短乳杆菌。Eom等^[11]分别从韩国泡菜、德国泡菜和酸黄瓜前

期发酵中分离出肠膜明串珠菌,证明其为泡菜启动发酵的主要菌株; Tamang等^[12]采用传统的分离培养方法从泡菜中分离得到了植物乳杆菌、短乳杆菌和戊糖片球菌,并且得出了发酵过程中优势微生物的变化规律,即发酵初期优势菌是戊糖片球菌,然后是短乳杆菌,最后是植物乳杆菌。商军等^[13]对几种蔬菜中的乳酸菌进行了分离鉴定,结果表明,在不同的泡菜中乳酸菌有明显差异,主要包括链球菌、短乳杆菌、片球菌、丹毒丝菌属、环丝菌属和肠球菌属等,其中乳杆菌属存在最为广泛。传统分离培养是一种不可替代的方法,但传统分离培养方法也有很大的局限性,主要表现在传统分离培养不能完整反应样品中微生物的群落结构而且许多细菌具有相似的形态特性和生理生化特性,难以分辨; Norman等^[14]研究表明,在自然界中许多微生物因无法培养而无法被认识,能够分离培养的微生物只占总数的1%。对于乳酸菌而言,应用传统方法进行鉴定尤其困难,因为不同的乳酸菌适应某一环境后可能有新的营养要求^[15]。因此有必要采用新的技术手段对腌制蔬菜中的微生物结构进行研究。

1.2 分子生物学方法对蔬菜腌制微生物的研究

20世纪80年代来,分子生物学理论和相关技术都取得了迅猛的发展,尤其是聚合酶链式反应(PCR)技术的发展和不断完善,使分子生物技术迅速向生物学各个领域渗透;而微生物生态学的研究中,人们越来越注重对问题本质和机制的研究,因此分子生物学的相关技术在微生物研究中得到了广泛的应用。目前研究人员开始应用分子生物学方法来研究腌制蔬菜中的微生态结构,如张锐等^[16]翁佩芳等^[17]应用PCR-SSCP方法,分析低盐榨菜腌制过程微生物群落结构及数量变化情况,结果表明,榨菜腌制发酵初期主要的优势菌群为肠膜明串珠菌(*Leuconostoc mesenteroides*);随着腌制环境条件的变化,出现植物乳杆菌(*Lactobacillus plantarum*)和短乳杆菌(*Lactobacillus brevis*);在腌制保存后期起主导作用的微生物为植物乳杆菌(*Lactobacillus plantarum*)和*Lactobacillus versmoldensis*。Lee等^[18]运用DGGE技术对朝鲜泡菜发酵过程跟踪取样,发现存在的微生物群落组成主要有融合魏斯氏菌(*Weissella confuse*)、柠檬明串珠菌(*Leuconostoc citreous*)、清酒乳杆菌(*Lactobacillus sakes*)和弯曲乳杆菌(*Lactobacillus curvatus*)等,并

发现发酵初期和末期其微生物群落结构发生了很大的改变,如一些真菌条带会随着发酵的进行逐渐减弱并最终消失。国内也有学者采用 DGGE 方法研究榨菜或泡菜腌制过程中细菌多样性^[19-20];翁佩芳等^[21]采用 16S rDNA 基因文库的方法对质量分数 5%和质量分数 7%盐度条件下榨菜腌制体系的微生物多样性、优势菌群及其变化规律进行了分析,结果表明质量分数 5%盐度腌制体系中前期优势菌为乳杆菌属、明串珠菌属和魏斯氏菌属;质量分数 7%盐度腌制体系中前期优势菌为希腊魏斯氏菌;而在腌制的后期优势菌变成了植物乳杆菌。沈锡权等^[22]利用 16S rDNA 基因文库分析了冬瓜腌制过程中的菌群结构,结果表明在腌制开始时优势菌为肠杆菌、乳球菌和魏斯氏菌,早期阶段为戊糖片球菌,腌制 30 d 后优势菌变成了肠杆菌和片球菌,在腌制中后期微生物组成基本稳定,其中片球菌、魏斯氏菌和枝芽孢杆菌为优势菌。

以上研究结果打破了传统发酵食品行业由于缺乏对难培养微生物的研究而导致停滞不前的状况,除上述这些分子生物学技术外,还有很多技术应用用于环境微生物的研究,如末端限制性片段多态性(T-RFLP)、AFLP、Real-time PCR、454 测序技术等这些方法能够真实地反映样品中菌群的结构和丰度,促进了微生物菌群多样性的研究,但目前这些技术在腌制蔬菜研究中的应用还很少。

2 乳酸菌代谢与腌制蔬菜风味关系的研究

腌制蔬菜是在食盐的高渗透压作用下,利用乳酸菌等耐盐微生物的生长代谢经发酵成熟的一种食品,其风味的形成除了与乳酸菌等细菌有关外,还与部分酵母菌如鲁氏酵母、圆酵母等以及其它一些微生物有关^[23]。乳酸菌的代谢过程十分复杂,但其主要代谢过程是利用葡萄糖或其它相应的可发酵糖进行乳酸发酵,蔬菜腌制前期一般以异型乳酸发酵为主,主要是明串珠菌属的乳酸菌以及一些乳杆菌,异型乳酸发酵产生乳酸、乙醇和 CO₂ 外,还会有少量甲酸、丙酸、丁酸、琥珀酸和高级醇等^[24];同型乳酸发酵主要与乳酸链球菌和一些乳酸杆菌有关,可以产生乳酸、乙酸等有机酸,同时产生一些风味物质,如 2-庚酮、2-壬酮等可赋予产品爽口、清香的口感^[25];而酵母菌如酿酒酵母(*Saccharomyces*

cerevisiae)可代谢多种氨基酸如甲硫氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸和缬氨酸等通过 Ehrlich 途径生产多种与风味有关的化合物如芳香醇、酯、醛和杂醇等^[23]。

乳酸菌还能利用蔬菜中的糖醇如木糖醇等进行代谢,它们依靠一个具有底物特异性的磷酸转移酶系统(Phosphotransferase systems, PTS)把木糖醇等主动运输进入细胞,然后进行磷酸化等系列生化反应生成终产物乳酸和乙醇或乙酸^[26]。Bars 等研究表明乳酸乳球菌可以在存在 α -戊酮二酸的介质中通过天冬氨酸代谢或丙氨酸代谢产生乙醛和双乙酰^[27],而乙醛的含量对发酵蔬菜汁的风味影响较大^[28]。乳酸菌如乳杆菌属、乳球菌属和明串珠菌属等可以利用柠檬酸产生丁二酮等,丁二酮有奶油香味,其香味阈值为 1 mg/kg^[29],一般泡菜中没有奶油香味的原因可能是产生的丁二酮量很少,达不到其嗅觉阈值。L-蛋氨酸主要存在于鱼类,蛋类和肉类蛋白质,但是在叶类蔬菜中也有一定的含量;Hanniffy 等^[30]的研究表明一些乳酸菌能够利用体内的酶如甲硫氨酸氨基转移酶、谷氨酸脱氢酶(GDH)、 α -酮酸脱氢酶和 C-S 裂合酶等将 L-蛋氨酸转化成挥发性含硫化合物(VSCs)如甲硫醇(MTL)、二甲基二硫醚(DMDS)和二甲基三硫醚(DMTS)等,这些挥发性含硫化合物都是干酪成熟过程中十分重要的香味成分。吴浪等^[31]的研究表明采用接种植物乳杆菌发酵雪里蕻产生的醛类、酯类相对含量最高,挥发性物质总含量最高,且 VC 损失最少。Liu 等^[32]通过固相微萃取(SPME)结合连续蒸馏萃取方法研究了榨菜腌制过程不同阶段风味化合物的变化,利用 GC-MS 检测得到的典型化合物主要有异硫氰酸酯(占 78.87%),其次是硫醚化合物(14.48%),这些化合物主要组成种类有异硫氰酸烯丙酯、二甲基三硫醚、十六烷酸和亚油酸乙酯等。Namgung 等^[33]利用气质联用(GC-MS)和主成分分析法(PCA)成功地阐述了大酱(doenjan)发酵各个阶段非挥发性代谢物的组成模式,而这些代谢物可能与口味、风味、营养以及生理活性有关。微生物发酵代谢产物检测技术的不断发展,也有有利于蔬菜腌制风味产生及机理的深入研究,如 Soukoulis 等^[34]利用质子转移反应质谱(Proton transfer reaction time-of-flight mass spectrometry, PTR-TOF-MS)检测了酸奶中乳酸发酵过程中的主要的挥发性有机化合物(VOCs)如乙醛、丁二酮、丙

酮等和次要挥发性有机化合物如乙酸、2,3-戊酮、乙醇等以及一些挥发性异味有机化合物如二甲基硫醚和糖醛等的形成和消耗,这是首次将 PTR-TOF-MS 应用到食品工业中例子。

3 蔬菜腌制相关乳酸菌的功能性

乳酸菌在改善人体胃肠道功能、提高免疫力、改善机体营养状况等方面发挥重要作用已有文献报道^[35-36],在食品、医药方面得到广泛应用;乳酸菌代谢产生的有机酸可使肠道的渗透压增加缓解便秘^[36];国内外大量临床实验证实,服用乳酸菌及其相关制品具有减少人体胆固醇的含量,降低心血管疾病发病率的功效^[37];乳酸菌的细胞壁肽聚糖和胞外多糖能促进体外脾淋巴细胞的增殖活化,提高巨噬细胞吞噬异物的能力,增加体外 NK 胞活性,增强小鼠脾细胞产生 IL-2 的能力^[38];陈壁锋等^[39]探讨活性乳酸菌乳饮品对小鼠免疫系统功能的影响,表明其具有增强机体免疫功能的作用;乳酸菌还具有抑菌、降血压等功能^[40-41]等;具有这些功能特性的各种乳酸菌大多是从自然发酵腌菜或其它发酵食品中分离得到,因此与蔬菜腌制加工具有密切关系,从而可为功能性益生菌应用于腌制蔬菜的生产开发提供基础。如于志会等^[37]从酸菜中分离筛选出 2 株菌,经 API50CH 初步鉴定为植物乳杆菌,对两株菌的耐人工胃胰液能力、耐胆盐特性、胆固醇吸收能力进行研究,结果表明该菌具有良好的降胆固醇活性,在 3 g/L 胆盐浓度下胆固醇的去除量最高;柳翰凌等^[42]对乳制品中具有降胆固醇乳酸菌进行了筛选,由分离出的 10 株乳酸菌进行体外降胆固醇活性测定试验,结果表明鸟肠球菌 WZ38-2 对胆固醇的脱除率最高,其次为植物乳杆菌 WH13-1 和 WH23-1。王湘竹^[43]从内蒙古地区的传统谷物发酵食品-酸粥中分离并鉴定了 13 株乳酸菌,其中 7 株对胆固醇的降解率在 50% 以上。Takeshi 等^[40]从日本野泽腌菜分离出的菌株 *L. curvatus* Y108,对单核李斯特菌 (*Listeria monocytogenes*)、金黄色葡萄球菌金黄亚种 (*Staphylococcus aureus* subsp. *Aureus*) 和粘质沙雷氏菌 (*Serratia marcescens*) 都有抑制作用。蔬菜在腌制过程中会产生丰富的活性乳酸菌,这些乳酸菌可抑制肠道中腐败菌的生长,减弱腐败菌在肠道的产毒作用和

帮助消化。来自干酪乳杆菌 (*Lactobacillus casei*) 细胞壁的一种多糖肽聚糖成分在 SHR 及高血压患者体内表现出降血压作用;芬兰 Valio 公司的降压产品 Evolus,使用了瑞士乳杆菌 (*Lactobacillus helveticus* LBK16H) 发酵牛奶,使牛奶中含有大量降压肽而达到降压效果^[41]。植物乳杆菌有维持肠道内菌群平衡、促进营养物质吸收、缓解乳糖不耐症及抑制肿瘤细胞的形成等多种功能^[44]。而植物乳杆菌正是传统发酵蔬菜腌制过程最常见的优势菌种之一,以上实验研究结果,为功能性腌制蔬菜生产所用乳酸菌的筛选和应用奠定了基础。

乳酸菌对人体有特殊的生理及功能作用,大量具有功能性的乳酸菌中其中有多种乳酸菌与蔬菜腌制加工具有密切关系,因此,在蔬菜腌制发酵研究中对乳酸菌的利用控制技术,一方面提高蔬菜腌制产品的质量,同时大大提高腌制蔬菜的营养功能特性将是未来研究的重要内容之一。

4 蔬菜腌制乳酸菌发酵剂的开发应用

乳酸菌具有众多优良功能特性,在蔬菜腌制加工中具有的重要地位。蔬菜在腌制保藏过程中的兼性厌氧环境,使大多数腐败微生物(好氧微生物)的生长繁殖得到抑制,而乳酸菌能够在这样的环境条件下生长和代谢,并由此产生酸性、各种抗菌性物质以及低的氧化还原电位值环境,进一步抑制腌制过程中腐败微生物的生长。对蔬菜腌制加工方面发挥重要作用的乳酸菌及其特性研究有较多的文献报道^[45-47];乳酸菌在生长代谢过程中还产生许多对食品中的腐败菌和病原菌有广泛抑制效果的拮抗物质,如有机酸、过氧化氢、罗伊氏素和细菌素等^[48]。因此,蔬菜腌制过程(尤其是腌制初期)通过诱导乳酸菌的生长无论在产品风味、营养品质及保存质量等方面都会显著改善,另一重要途径是通过人工接种乳酸菌发酵剂的方法,可使蔬菜腌制保存过程中乳酸菌作为优势菌种,保持蔬菜制品的高品质。孙力军^[49]等从陈泡菜盐水中分离了一株植物乳杆菌,并纯种接种于苔菜泡菜中,并加入促菌生长物质番茄汁,使苔菜泡菜的质量明显提高,发酵周期缩短,产品的品质得到提升。李文婷^[50]等以萝卜为主要原料,采用乳酸菌制剂发酵和自然发酵两种不同发酵方式腌制泡菜,比较两种发酵方式下影

响泡菜品质及安全性的相关理化指标的动态变化,结果表明采用乳酸菌制剂发酵与自然腌制发酵相比,泡菜卤后期 pH 低、总酸含量高,泡菜中后期总糖含量高、质构性能优良以及亚硝酸盐含量低,即使用乳酸菌制剂发酵泡菜品质更好和安全性更高。袁晓阳^[51]对自然发酵的臭冬瓜的典型发酵菌株进行了分离、鉴定,并对其发酵过程中的亚硝酸盐含量、总酸含量和 pH 值进行了动态检测,结果得出臭冬瓜发酵过程中有 6 株典型菌株并通过正交试验最终得到可以产生理想气味且气味能够保持的菌株组合;Raffaella 等^[52]利用从西红柿中分离出植物乳杆菌和短乳杆菌等作为发酵启动剂,在西红柿汁中进行发酵,实验得出使用发酵启动剂比没有采用发酵启动剂其产品品质更好。

蔬菜具有富集硝酸盐的特点经过腌制发酵后,部分微生物能将蔬菜中的硝酸盐还原为亚硝酸盐,当人体摄入亚硝酸盐后,亚硝酸盐能和胃中的含氮化合物结合成具有致癌性的亚硝胺,对人体健康产生危害^[53];近年来,众多学者^[54-55]采用人工接种乳酸菌技术来显著降低亚硝酸盐生成,同时缩短蔬菜制品的发酵周期,改善发酵蔬菜的品质;此外,乳酸菌的生长活动消耗氧气,异型发酵产生的 CO₂ 造成的厌氧环境是降低腌制蔬菜中亚硝酸盐含量的一个重要措施^[3]。利用乳酸菌技术接种发酵,可使蔬菜腌制发酵过程中亚硝酸盐的变化规律更容易掌握和控制,这为蔬菜腌制工业化生产过程亚硝酸盐的控制和保证食品安全提供了条件。

总之,乳酸菌代谢作用对蔬菜腌制有积极的作用,在乳酸菌发酵过程中通过创造其最适的生长条件,加强乳酸发酵作用,这样既抑制了有害微生物的生长,又实现了快速发酵腌制的目的;另外乳酸

菌在蔬菜加工储藏中的应用,还可以增加某些蔬菜的营养和保健作用,因此,研究乳酸菌发酵剂对传统的蔬菜腌制行业意义非凡。目前,乳酸菌发酵剂的工业化生产已在乳品工业领域具有广泛的应用,国内可借鉴此技术促进蔬菜腌制发酵剂的产业化应用。

5 展望

蔬菜腌制加工作为一种冷加工方式,在改善蔬菜风味和提高蔬菜的营养价值等方面体现出巨大的优越性,在我国的产业化发展具有美好的前景。到目前为止,蔬菜的腌制加工技术已涉及到微生物发酵技术、分子生物学、食品化学及工程等众多学科。大量研究表明,蔬菜腌制加工包含有一种复杂的微生态体系,其中乳酸菌由于能够降低腌制体系的 pH、产生抑菌性物质及其它生理活性物质等,在抑制腐败微生物生长、改善制品的生产性能及提高制品贮藏稳定性等方面起到积极的作用,从而保持蔬菜营养、风味及实现蔬菜腌制产品的高品质。乳酸菌由于其独特的生理功能及生长环境要求,加上对蔬菜腌制加工机理及安全性的深入了解,乳酸菌控制的蔬菜低盐腌制加工及其保健功能显著的新型发酵腌制蔬菜的生产将是今后腌制菜产业的重要发展方向。

随着现代农业的发展及人们生活水平的提高及对健康的需求,其营养、安全的高品质腌制蔬菜需求会越来越大,传统蔬菜腌制加工生产企业提高其生产技术水平及生产设备机械化水平是当前迫切需要解决的问题。相信在未来几年里,通过科研工作者的共同努力,各种营养功能性强又具有良好风味、口感的特色风味腌制蔬菜将为出现在市场。

参考文献(References):

- [1] 董文章,丁海风. 中国蔬菜产业发展的机遇与挑战[J]. 世界农业, 2003, 2: 7-9.
DONG Wen-zhuo, DING Hai-feng. Opportunities and challenges of Chinese vegetable industry [J]. *World Agriculture*, 2003, 2: 7-9. (in Chinese)
- [2] 陈仲翔,董英. 泡菜工业化生产的研究进展[J]. 食品科技, 2004, (4): 33-35.
CHEN Zhong-xiang, DONG Ying. Research progress of pickles commercial process [J]. *Food Science and Technology*, 2004, (4): 33-35. (in Chinese)
- [3] 周涛. 蔬菜腌制品的种类及腌制原理和保藏措施[J]. 中国调味品, 2000, (5): 6-12.
ZHOU Tao. The types, principles and preservation measures of pickled vegetables [J]. *Chinese Condiment*, 2000, (5):

- 6-12. (in Chinese)
- [4] 施安辉,周波. 蔬菜传统腌制发酵工艺过程中微生物生态学的意义[J]. 中国调味品,2002,(5):11-15.
SHI An-hui, ZHOU Bo. The micro-ecological significance of the traditional green stuff pickling process[J]. **Chinese Condiment**, 2002, (5):11-15. (in Chinese)
- [5] 陈功. 盐渍蔬菜实用生产技术[M]. 北京:中国轻工业出版社,2001.
- [6] 李幼筠. 泡菜与乳酸菌[J]. 中国酿造,2001,(4):7-9.
LI You-jun. Pickles and lactobacilli[J]. **Chinese Brewing**, 2001, (4):7-9. (in Chinese)
- [7] 陈惠音,杨汝德. 超低盐多菌种快速发酵腌制技术[J]. 食品科学,1994(5):18-22.
CHEN Hui-yin, YANG Ru-de. Low salt, multi-species quickly fermented pickled technology [J]. **Food Science**, 1994 (5):18-22. (in Chinese)
- [8] 李书华,陈封政. 泡菜研究进展及生产中存在的问题[J]. 食品科技,2007,(3):8-10.
LI Shu-hua, CHEN Feng-zheng. Reviews on research progresses and actual problem on pickles[J]. **Food Science and Technology**, 2007, (3):8-10. (in Chinese)
- [9] 刘玲,吴祖芳,翁佩芳,等. 乳酸菌低盐腌制榨菜脆性与果胶含量的关系研究[J]. 中国食品学报,2009,9(4):137-142.
LIU Ling, WU Zhu-fang, WENG Pei-fang, et al. Study on the relation between pectin content and brittleness of low salt pickled mustard tuber by lactic acid bacteria [J]. **Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology**, 2009, 9 (4):137-142. (in Chinese)
- [10] 巨晓英,韩焯,周志江. 自然发酵泡菜中乳酸菌的分离鉴定[J]. 食品与机械,2008,24(5):29-31.
JU Xiao-yin, HAN Ye, ZHOU Zhi-jiang. Isolation and identification of lactic acid bacteria from natural fermentation pickles[J]. **Food and Machinery**, 2008, 24(5):29-31. (in Chinese)
- [11] Eom HJ, Seo DM, Han NS. Selection of psychrotrophic leuconostoc spp. producing highly active dextransucrase from lactate fermented vegetables[J]. **International Journal of Food Microbiology**, 2007,117 (1):61-67.
- [12] Tamang J P, Sarkar P K. Microbiology of mesu, a traditional fermented bamboo shoot product [J]. **International Journal of Food Microbiology**, 1996, 29 (1):49-58.
- [13] 商军,钟方旭,王亚林,等. 几种发酵蔬菜中乳酸菌的分离与筛选[J]. 食品科学,2007,28(4):195-199.
SHANG Jun, ZHONG Fang-xu, WANG Ya-lin, et al. Separation and screening of lactic acid bacteria from several traditional fermented vegetables [J]. **Food Science and Technology**, 2007, 28 (4):195-199. (in Chinese)
- [14] Norman B P. New perspective on the natural microbial world; Molecular Microbial Ecology [N]. ASM General Meeting in New Orleans, 1996.
- [15] Ampe F, Ben O N, Guyot J P. Culture-independent quantification of physiologically-active microbial groups in fermented foods using rRNA-targeted oligonucleotide probes: application to pozol, a Mexican lactic acid fermented maize dough [J]. **J Appl Microbiol**, 1999, 87 (1):131-140.
- [16] 张锐,吴祖芳,沈锡权,等. 榨菜低盐腌制过程的微生物群落结构与动态分析[J]. 中国食品学报,2011,11(3):175-180.
ZHANG Rui, WU Zhu-fang, SHEN Xi-quan, et al. Microbial community structure and its dynamic analysis during the processing of low-salinity pickled mustard tuber[J]. **Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology**, 2011, 11 (3):175-180. (in Chinese)
- [17] 翁佩芳,吴祖芳,龚业,等. SSCP 方法的条件优化与榨菜低盐腌制微生物多样性分析[J]. 食品与生物技术学报,2011,30(2):261-266.
WENG Pei-fang, WU Zhu-fang, GONG Ye, et al. Optimization of SSCP condition and diversity of microbial community in pickled mustard tuber with low salinity [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2011,30(2):261-266. (in Chinese)
- [18] Lee JS, Heo GY, Lee JW, et al. Analysis of Kimchi microflora using denaturing gradient gel electrophoresis [J]. **International J of Food Microbiology**, 2005, 102:143-150.
- [19] 梁新乐,朱扬玲,蒋予箭,等. PCR-DGGE 法研究泡菜中微生物群落结构的多样性[J]. 中国食品学报,2008,8(3):134-137.
LIANG Xin-le, ZHU Yang-ling, JIANG Yu-jian, et al. Diversity of bacterial communities of pickle by PCR-DGGE[J].

- Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology**, 2008, 8 (3):134–137. (in Chinese)
- [20] 李正国,付晓红,邓伟,等.传统分离培养结合 DGGE 法检测榨菜腌制过程的细菌多样性[J].**微生物学通报**,2009,36(3):371–376.
LI Zheng-guo, FU Xiao-hong, DENG Wei, et al. Analysis of bacterial diversity during the process of brassica juncea coss var. tsatsai by the culture-independent and denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) methods [J]. **Institute of Microbiology**, CAS, 2009, 36(3):371–376. (in Chinese)
- [21] 翁佩芳,陈希,沈锡权,等.榨菜低盐腌制细菌群落多样性的分析[J].**中国农业科学**,2012,45(2):338–345.
WENG Pei-fang, CHEN Xi, SHEN Xi-quan, et al. Microbial community diversity analysis during the pickled processing of mustard tuber with low-salinity[J]. **Agricultural Sciences in China**, 2012, 45(2):338–345. (in Chinese)
- [22] 沈锡权,赵永威,吴祖芳,等.冬瓜生腌过程细菌种群变化及其品质相关性[J].**食品与生物技术学报**,2012,31(4):411–416.
SHEN Xi-quan, ZHAO Yong-wei, WU Zhu-fang, et al. A research of microbial populations change and quality related in pickled wax gourd process [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2012, 31(4):411–416. (in Chinese)
- [23] Hazelwood L A, Daran J M, van Maris AJA, et al. The Ehrlich Pathway for Fusel Alcohol Production: a Century of Research on *Saccharomyces cerevisiae* Metabolism[J]. **Applied and Environmental Microbiology**, 2008, 74(8):2259–2266.
- [24] 王金菊,崔宝宁,张治洲.泡菜风味形成的原理[J].**食品研究与开发**,2008,29(12):163–166.
WANG Jin-ju, CUI Bao-ning, ZHANG Zhi-zhou. Flavor generation mechanism of pickle[J]. **Food Research and Development**, 2008, 29(12):163–166. (in Chinese)
- [25] 陈飞平.微生物发酵对蔬菜腌制品品质的影响[J].**中国食品与营养**,2009(9):28–30.
CHEN Fei-pin. The influence of microbial fermentation on the quality of pickled vegetable[J]. **Food and Nutrition in China**, 2009(9):28–30. (in Chinese)
- [26] 孙建光,高俊莲.乳酸菌对糖和糖醇的分解代谢及其致龋性[J].**口腔医学**,2007,27(7):384–386.
SUN Jian-guang, GAO Jun-lian. Catabolism of lactic acid bacteria on sugars and sugar alcohols and their cariogenic[J]. **Stomatology**, 2007, 27(7):384–386. (in Chinese)
- [27] Bars D L, Yvon M. Formation of diacetyl and acetoin by *Lactococcus lactis* via aspartate catabolism[J]. **Journal of Applied Microbiology**, 2007, 104(2008):171–177.
- [28] 燕平梅,薛文通.乳酸菌与发酵蔬菜的风味[J].**中国调味品**,2005(2):11–14.
YAN Pin-mei, XUE Wen-tong. Relation between lactic acid bacteria and the flavor of fermented vegetable[J]. **Chinese Condiment**, 2005(2):11–14. (in Chinese)
- [29] 宋焕禄.乳酸菌发酵产生二乙酰的初步研究[J].**食品与发酵工业**,2001,28(3):47–50.
Song Huan-lu. The primary study on diacetyl biosynthesis by lactic acid bacteria[J]. **Food and Fermentation Industries**, 2001,28(3):47–50. (in Chinese)
- [30] Hanniffy S B, Peláez M A, Martínez B, et al. Key enzymes involved in methionine catabolism by cheese lactic acid bacteria[J]. **International Journal of Food Microbiology**, 2009,135:223–230.
- [31] 吴浪,徐俐.乳酸菌发酵对雪里蕻挥发性质及品质的影响[J].**食品科学**,2011,32(23):250–255.
WU Lang, XU Li. Effect of lactic acid fermentation on quality and volatile components of potherb mustard (*brassica juncea*) [J]. **Food Science**, 2011, 32(23):250–255. (in Chinese)
- [32] Liu MC, Li ZG, Deng W, et al. Changes in volatile compounds of pickled mustard tuber (*Brassica juncea* var. tsatsai) during the pickling process [J]. **International Journal of Food Science and Technology**, 2009, 44, 2278–2286.
- [33] Namgung H J, Park H J, Cho I H, et al. Metabolite profiling of doenjang, fermented soybeanpaste, during fermentation [J]. **J. Sci. Food Agric**, 2010,90(11):1926–1935.
- [34] Soukoulis C, Aprea E, Biasioli F, et al. Proton transfer reaction time-of-flight mass spectrometry monitoring of the evolution of volatile compounds during lactic acid fermentation of milk [J]. **Rapid Commun. Mass Spectrom**, 2010, 24:2127–2134.
- [35] 张文杰.基于对乳酸菌功能用途的探讨[J].**黑龙江科技信息**,2009,26:79.
ZHANG Wen-jie. Discovery and discussion based on the use and function of lactic acid bacteria[J]. **Heilongjiang Science**

- and Technology, 2009, 26:79. (in Chinese)
- [36] Hill R, Kenworthy R, Porter P. The effect of dietary lactobacilli on in vitro catabolic activities of the small-intestinal microflora of newly weaned pigs[J]. *J. Med Microbiol*, 1970, 3:593-605.
- [37] 于志会,李常营. 酸菜来源植物乳杆菌耐受性和吸收胆固醇能力[J]. *吉林农业科技学报*, 2011, 20(2):4-6.
YU Zhi-hui, LI Chang-yin. Studies on the tolerance and in vitro cholesterol assimilation by lactobacillus plantarum Isolated from Chinese sauerkraut[J]. *Journal of Jilin Agricultural Science and Technology University*, 2011, 20(2):4-6. (in Chinese)
- [38] 顾笑梅,王富生,孔健,等. 乳酸菌 Z222 产胞外多糖(EPS1)对免疫细胞功能的影响[J]. *中华微生物学和免疫学杂志*, 2003, 23(6):442-445.
GU Xiao-mei, WANG Fu-sheng, KONG Jian, et al. Effect of produced by lactobacillus strain, Z222 on cellular immunity [J]. *Chin J Microbiology Immunol*, 2003, 23(6):442. (in Chinese)
- [39] 陈壁锋,黄俊明. 活性乳酸菌乳饮品对免疫调节功能的影响[J]. *广州食品工业科技*, 2003, 19:30-32.
CHEN Bi-feng, HUANG Jun-ming. Effects of active lactobacilli milky beverage on enhancing the immune system function [J]. *Guangzhou food industry science and technology*, 2003, 19:30-32. (in Chinese)
- [40] Takeshi K, Ayako I, Yuko T, et al. Characterization of the bacteriocinogenic lactic acid bacteria *Lactobacillus curvatus* strain Y108 isolated from Nozawana-Zuke pickles [J]. *Food Science and Technology Research*, 2010, 16(3):253-262.
- [41] Tian J, Riitta K, Annka M. Information About the Evolus fermented milk[P]. Valio LTD.
- [42] 柳翰凌,周雨露,乌尼等. 乳制品中具有降胆固醇功能乳酸菌的体外筛选[J]. *乳业科学与技术*, 2006, 1:9-11. (in Chinese)
LIU Han-lin, ZHOU Yu-xia, WU Ni, et al. In vitro screening of cholesterol-removed LAB from dairy products [J]. *Dairy science and technology*, 2006, 1:9-11. (in Chinese)
- [43] 王湘竹. 内蒙古酸粥中乳酸菌生物学特性及功能性研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学, 2009.
- [44] 王水泉,包艳,董喜梅,等. 植物乳杆菌的生理功能及应用[J]. *中国农业科技导报*, 2010, 12(4):49-55. WANG Shui-quan, BAO Yan, DONG Xi-mei, et al. Physiological function and application of lactobacillus plantarum [J]. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2010, 12(4):49-55. (in Chinese)
- [45] 吴祖芳,刘璞,翁佩芳. 榨菜加工中乳酸菌技术的应用及研究进展[J]. *食品与发酵工业*, 2005, 31(8):73-76.
WU Zhu-fang, LIU Pu, WENG Pei-fang, et al. Key technologies and development of lactic acid bacteria and application in pickled mustard tuber processing[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2005, 31(8):73-76. (in Chinese)
- [46] 蒋欣茵,李晓晖,张伯生,等. 腌制食品中降解亚硝酸盐的乳酸菌分离与鉴定[J]. *中国酿造*, 2008, 178(1):13-16.
JIANG Xin-yin, LI Xiao-hui, ZHANG Bo-sheng, et al. Isolation and identification of nitrite-degrading lactic acid bacteria from traditional pickled vegetable[J]. *China Brewing*, 2008, 178(1):13-16. (in Chinese)
- [47] 吴蕊,田洪涛,孙纪录,等. 泡菜中乳酸菌优良菌株的分离鉴定及发酵性能的研究[J]. *食品研究与开发*, 2009, 30(2):51-54.
WU Rui, TIAN Hong-tao, SUN Ji-lu, et al. Isolation, identification and fermentation characteristics study of lactic acid bacteria from pickling vegetable[J]. *Food Research and Development*, 2009, 30(2):51-54. (in Chinese)
- [48] 裴家伟,吴荣荣. 乳酸菌产生的抗菌物质:一类延长食品货架期的生物防腐剂[J]. *中国乳品工业*, 2003, 31(6):17-20.
PEI Jia-wei, WU Rong-rong. Antagonistic compounds produced by lactic acid bacteria: the biopreservatives for the extension of food shelf life[J]. *China Dairy Industry*, 2003, 31(6):17-20. (in Chinese)
- [49] 孙力军,李正伟,孙德坤,等. 纯种接种和促菌物质的添加对苔菜泡菜发酵过程及其品质的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2003, 29(8):103-105.
SUN Li-jun, LI Zheng-wei, SUN De-kun, et al. The influence of the fermentation process and its quality by purebred vaccination and addition to promote bacterial substances on Taicai kimchi fermentation[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2003, 29(8):103-105. (in Chinese)
- [50] 李文婷,车振明,雷激,等. 乳酸菌制剂发酵泡菜品质及安全性研究[J]. *西华大学学报*, 2011, 30(3):97-100.
LI Wen-ting, CHE Zhen-ming, LEI Ji, et al. Study on the quality and safety of pickle fermented by lactobacillus prepara-

- tion[J]. *Journal of Xihua University*, 2011, 30(3): 97–100. (in Chinese)
- [51] 袁晓阳, 陆胜民, 郁志芳, 等. 自然发酵腌制冬瓜主要发酵菌种及风味物质鉴定[J]. *中国食品学报*, 2009(1): 219–225.
YUAN Xiao-yang, LU Shen-ming, YU Zhi-fang, et al. Identification of main fermented strains and flavor substances in naturally fermented wax gourd with strong Odor[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2009(1): 219–225. (in Chinese)
- [52] Raffaella D C, Rosalinda F S, Annalisa P, et al. Effect of autochthonous lactic acid bacteria starters on health-promoting and sensory properties of tomato juices [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2009, 128: 473–483.
- [53] 何淑玲, 李博, 籍保平, 等. 泡菜中亚硝酸盐问题的研究进展[J]. *食品与发酵工业*, 2005, 31(11): 85–87.
HE Shu-ling, LI Bo, JI Bo-pin, et al. Research progress of nitrite content in pickles[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2005, 31(11): 85–87. (in Chinese)
- [54] 吴祖芳, 刘璞, 翁佩芳. 传统榨菜腌制加工应用乳酸菌技术的研究[J]. *食品工业科技*, 2008, 29(2): 101–103.
WU Zhu-fang, LIU Pu, WENG Pei-fang. Study on application of lactic acid bacteria technology to the processing of traditional pickled mustard tuber[J]. *Science and Technology of Food Industry*, 2008, 29(2): 101–103. (in Chinese)
- [55] 陈健凯. 利用乳酸菌来提高果蔬的安全性[J]. *福建热带作物科技*, 2002, 27(4): 38–39.
CHEN Jian-kai. Improve the safety of fruits and vegetables by the use of lactic acid bacteria[J]. *Fujian Science and Technology of Tropical Crops*, 2002, 27(4): 38–39. (in Chinese)

会议信息

会议名称(中文): “真菌命名新纪元”2012 北京国际研讨会

会议名称(英文): SKLM/MSC symposium; NEW ERA OF FUNGAL NOMENCLATURE

所属学科: 动植物微生物学, 细胞生物学

开始日期: 2012-08-09 结束日期: 2012-08-10

具体地点: 中国科学院微生物研究所

主办单位: 中国微生物研究所真菌学国家重点实验室和中国菌物学会

联系人: 蔡磊、齐莎 联系电话: 010-62560523, 010-64807515

E-MAIL: mrcailei@gamil.com, qis@im.ac.cn

会议网站: <http://www.mycolab.org.cn/>

会议背景介绍: 由中国微生物研究所真菌学国家重点实验室和中国菌物学会承办的“真菌命名新纪元”2012 北京国际研讨会(SKLM/MSC symposium; New Era of Fungal Nomenclature), 将于 2012 年 8 月 9 日—10 日在中国科学院微生物研究所召开。

本次会议讨论的主题为“新命名法规的机遇和挑战”, 届时将有来自美国、荷兰、英国、日本、印度等世界著名学者和科研人员, 就如何将 DNA 序列数据与形态学结合? 谁来决定准确的属名和种加词? 标准是什么? 如何抉择无性型和有性型名称? 命名法规改变将带来的具体影响等方面进行深入的探讨。会议语言为英文。大会设立以下专题:

- (1) 毛盘孢属专题;
- (2) 圆盘菌属专题;
- (3) 酵母菌专题;
- (4) 虫草专题;
- (5) 环境真菌操作分类单元。