

益生菌乳制品的开发与研究现状

陈霞,王娜,包一枫,桑建,顾瑞霞*

(扬州大学旅游烹饪学院,江苏扬州 225127)

摘要: 乳制品是益生菌生长的良好载体,添加了益生菌的乳制品不仅可增加产品的营养和功能特性,同时也可以提升产品的商业价值,具有良好的市场开发前景。对益生菌的研究现状、益生菌的选择标准、益生菌对乳制品品质的影响及乳制品中影响益生菌活性的因素进行综述,可对益生菌的进一步研究开发提供参考。

关键词: 益生菌; 乳制品; 研究进展

中图分类号: TS 972.134

文献标识码: A

文章编号: 2095-8730(2017)02-0047-06

乳制品是指添加了一定比例的牛乳、乳粉、发酵乳、奶油或干酪等乳制品制作而成的一类甜点的总称。乳制品由于其奶香浓郁、口感细腻、营养价值丰富而受到了广大消费者的欢迎。近年来,乳制品的消费量在各国均呈现快速增长的趋势,据统计,2014年世界乳制品的消费额超过了13.5亿美元^[1]。乳制品已成为甜品店和超市里最受欢迎的食品之一。

随着食品行业竞争的不断加剧,通过增加产品的保健功能和益生特性已成为食品企业实现差异化竞争的主要策略之一。大量研究证实乳制品是益生菌生长的良好载体,将益生菌添加到乳制品中,不仅可以增加了产品的营养价值,而且可以提升产品的功能特性和商业价值^[2]。Ares等^[3]调查显示,在消费者感兴趣的功能性食品中,乳制品已被认为是可信任的功能食品载体。在欧美国家,益生菌乳制品的开发和研究已经受到许多企业家和科学家的普遍关注,益生菌乳制品也被认为是未来最具市场潜力的功能食品之一^[1]。

1 益生菌甜点的应用研究现状

目前市场上销售的益生菌甜点主要为低温乳制品,包括慕斯、布丁、蛋糕、馅饼、巧克力点心

和冰淇淋等^{[4]345-360}。在我国益生菌乳制品的研发还处于起步阶段,主要是实验室产品,在市场上销售的产品还不是很多。

1.1 慕斯

慕斯又称奶油冻,是在打发的奶油中加入起稳定作用的明胶以及改善结构、口感和风味的辅料制成的一类低温乳制品。慕斯可以直接食用,也可作为蛋糕夹层制成慕斯蛋糕。慕斯口感细腻爽滑、口味纯真自然,是目前甜品市场消费量较高的一类食品。慕斯营养丰富,且需要冷冻或冷藏保存,是最适合添加益生菌的乳制品之一。Buriti等^[5]研究了添加*Lactobacillus acidophilus* La-5的番石榴慕斯,发现在28d冷藏保存期间产品中的活菌数始终保持在6 log CFU/g以上。Aragon-Alegro等^[6]研究了在巧克力慕斯中添加*L. paracasei subsp. paracasei* LBC 82,发现巧克力慕斯是益生菌生存的良好载体。通过在慕斯产品中添加益生菌,不仅赋予了产品良好功能特性,同时还改善产品的风味和口感。

1.2 布丁

布丁是一种半凝固状的冷冻甜品,是在食品浆料中添加吉利丁、卡拉胶、CMC等亲水性的增稠剂,经过冷冻或冷藏而成的一类凝胶型甜点。布丁口感细腻、香甜爽滑,其组织状态与果冻非常

收稿日期: 2017-03-23 * 通讯作者

基金项目: 江苏省高校自然科学研究重大项目(16KJA550002); 国家自然科学基金青年基金项目(31201393); “十二五”国家科技支撑计划项目(2013BAD18B12)

作者简介: 陈霞(1976-),女,新疆奇台人,扬州大学旅游烹饪学院副教授,博士,从事乳品科学研究;

顾瑞霞(1963-),男,江苏高邮人,扬州大学旅游烹饪学院教授,博导,从事乳品科学研究。

相似,但营养价值远高于果冻,是适合添加益生菌的产品之一。在欧美国家,布丁是深受人们欢迎的餐后甜品。Helland等^[7]研究了利用 *L. reuteri*, *L. acidophilus* (LA5和1748)和 *L. rhamnosus* GG 四种乳酸菌制作酸奶布丁,得到的产品中益生菌活菌数超过了 $7 \log \text{CFU/g}$ 。Ozcan等^[8]利用 *L. acidophilus* LA-5和 *B. bifidum* BB-12制作益生菌大米布丁,产品不仅具有良好的感官品质和较高的活菌数,且保质期可以达到15d。黄晓庆等^[9]利用 *L. acidophilus* LA-5、*B. bifidum* BB-12和 *Streptococcus thermophilus* 制作可吸型发酵乳果冻,得到的产品不仅酸甜爽口、风味独特,且具有较高的活菌数,同时还增加了产品的营养价值和功能特性。

1.3 馅饼及蛋糕夹馅

馅饼及蛋糕是消费量较高的甜点,在馅饼和蛋糕的夹馅中添加益生菌,一方面增加了产品的功能特性,另一方面可以提升产品的商业价值和消费者的吸引力。Silva等^[10]研究发现,在巧克力馅饼的馅心中添加 *L. casei*,产品在保质期内的活菌数始终保持在 $9 \log \text{CFU/g}$ 。Correa等^[11]在益生菌椰子馅饼中添加 *L. paracasei* LBC82和 *B. lacti* BL04,发现在 5°C 保存28d期间,产品的活菌数始终保持在 $7 \log \text{CFU/g}$ 。

1.4 冰淇淋

冰淇淋被看作是为人体提供益生菌的有效载体。Homayouni等^[12]利用微胶囊技术和抗性淀粉来制作益生菌冰淇淋,产品不仅具有较高的益生菌活菌数,同时具有较好的感官性能。宋士良等^[13]将两歧双歧杆菌 BB-G90、嗜酸乳杆菌 LA-G80和干酪乳杆菌 LC-G11的菌粉按照1:1:1的比例混合后,添加适量的稀释载体配制有效活菌数达到 $7.3 \log \text{CFU/g}$ 以上的益生菌菌粉添加到冰淇淋中,制成的益生菌冰淇淋在 -18°C 保存6个月后,产品中的活菌数仍然保持在 $6 \log \text{CFU/g}$ 以上,说明益生菌在冰淇淋中具有较好的稳定性。

2 乳制品中益生菌的选择标准

益生菌能够被加工成食品的首要条件是安全性,选择的益生菌应当无致病性、不携带可转移的抗生素基因,无潜在的溶血活性和不能使胆盐早期解离等。在乳制品研发时,首先应选择具

有长期安全使用记录的益生菌,如乳杆菌属、双歧杆菌属、肠球菌属和链球菌属等。目前在乳制品生产中使用的益生菌种类如表1所示,其中使用较多的是双歧杆菌属和乳杆菌属^[14]。

表1 乳制品中常用的益生菌

益生菌属	种类
<i>Lactobacillus</i> sp.	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. delbrueckii</i> ssp., <i>L. casei</i> , <i>L. cellobiosus</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. curvatus</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. brevis</i>
<i>Bifidobacterium</i> sp.	<i>B. bifidum</i> , <i>B. animalis</i> , <i>B. adolescentis</i> , <i>B. infantis</i> , <i>B. thermophilum</i> , <i>B. longum</i>
<i>Enterococcus</i> sp.	<i>Ent. faecalis</i> , <i>Ent. faecium</i>
<i>Streptococcus</i> sp.	<i>S. cremoris</i> , <i>S. salivarius</i> , <i>S. diacetylactis</i> , <i>S. intermedius</i>

益生菌在人体内能够发挥保健功效的首要条件是其能在人体肠道内存活和增殖,且必须达到足够多的数量。因此,在生产益生菌乳制品时,应选择肠道表面具有良好粘附能力的益生菌,同时具有较好的耐酸耐胆盐能力。许多国际性食品组织建立的乳制品中益生菌的含量标准一般要求高于 $6 \sim 7 \log \text{CFU/g}$ 。加拿大食品监察局规定,益生菌或其他类似产品每天供应人体的数量不低于 $9 \log \text{CFU}$ ^[15],日本发酵乳及乳酸菌饮料协会规定益生菌产品中的活菌数必须达到 $7 \log \text{CFU/g}$ 。益生菌在乳制品中还需面临特殊的环境因素考验,例如高氧、高糖、低pH和低温等,这些环境因素都可能引起益生菌活性降低,甚至死亡。所以,优良的益生菌必须符合上述条件。

3 益生菌对乳制品品质的影响

由于添加的菌种、培养方式以及发酵基质不同,加入益生菌会对乳制品产品的pH值、风味以及感官特性产生一定的影响。

3.1 添加益生菌对乳制品pH的影响

在发酵乳制品中,由于益生菌连续的乳糖发酵作用,会产生大量的乳酸和其他有机酸,从而使产品的pH不断降低。Correa等^[11]发现,将益生菌椰子馅饼 5°C 保存28d后,添加了乳酸杆菌 LBC82和双歧杆菌 BL04的样品pH比只添加了乳酸杆菌的高。Cardarelli等^[16]发现在 Petit-suisse 奶酪中添加双歧杆菌、乳酸菌和菊粉后,样品

在储存期间的 pH 值都明显下降。Fernandes 等^[17]发现,接种了 *L. acidophilus* La-5 的乳制品在 5℃ 保存 28d 后,其 pH 从 6.6 降到 5.6,而接种了无害 *Listeria innocua* 的乳制品的 pH 从 6.6 上升到 7.1,说明 *L. a innocua* 的蛋白水解能力比 *L. acidophilus* La-5 强。而同时接种 *L. acidophilus* La-5 和 *L. innocua* 混合菌株的乳制品在第 28d 的 pH 也略有升高,说明 *L. innocua* 的代谢产物足够抵消 *L. acidophilus* La-5 产生的乳酸,从而使 pH 有所升高。Aragon-Alegro 等^[6]研究了添加菊粉和 *L. paracasei* 的巧克力慕斯在 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 储藏 28d 期间的 pH 变化,发现只添加 *L. paracasei* LBC 82 产品的 pH 从 6.26 降低到 5.67,而同时添加菊粉和 *L. paracasei* LBC 82 的产品其 pH 值从 6.21 降低到 5.37,说明添加菊粉会对乳酸菌产生一定的保护作用,使 *L. paracasei* LBC 82 的产酸能力保持在较高的水平。

3.2 添加益生菌对乳制品风味的影响

香味是决定食品产品能否成功的关键,且大部分消费者认为香味是选择和接受一款特定产品的重要因素。在乳制品中加入益生菌,其产生的蛋白酶可将乳中的蛋白质分解为易于人体消化吸收的多肽和氨基酸,产生的脂肪酶可以把脂肪分解成短链的挥发性脂肪酸和酯类物质,使产品具有特殊的香味。此外,乳酸菌在发酵过程中除了产生大量乳酸之外,还能产生一些其他的风味物质,如甲酸、乙酸、双乙醚、乙偶姻、乙醛等。Helland 等^[7]在牛奶布丁中添加了不同的益生菌,并在 $5 \pm 1^\circ\text{C}$ 条件下保存 21d,观察不同菌株对产品中风味物质的影响。结果表明,在接种嗜酸乳杆菌 La-5 和双歧杆菌 Bb12 的牛奶布丁中,乙偶姻和乙醇的含量最低,分别为 33.6mg/kg 和 3.5mg/kg。所有样品中乙醛的含量都有所下降,而二乙醚的含量都有所增加。

3.3 添加益生菌对乳制品感官品质的影响

在乳制品中添加益生菌后,常常会对其感官特性产生一定的影响,从而影响消费者对产品的接受程度。Cardarelli 等^[18]发现在巧克力慕斯中添加 *L. paracasei* LBC 82 和菊粉,可以改善产品的感官品质。而 Magarinos 等^[19]发现添加了 *B. animalis* Bb12 和 *L. casei* Shirota 的牛奶甜点在冷藏期间的感官品质可接受程度持续降低,在 21d 时降到最低。Romano 等^[20]发现,在栗子慕斯

粉中添加了 *L. rhamnosus* GG 和 RBM526 的喷雾干燥菌粉后,制得的慕斯产品的感官品质与不添加菌粉的产品无显著性差异。Correa 等^[11]发现,在椰香布丁中分别添加 *L. paracasei* LBC 82、*B. lactis* BL-04 和两种菌的混合培养物时,三种产品在 21d 保存期间的感官特性与不添加益生菌的对照组间无显著性差异($p < 0.05$)。

4 乳制品中影响益生菌活性的因素

在乳制品生产和储藏过程中,有许多因素会影响益生菌的活性,包括食品配料及添加剂、凝胶体系、氧、不同菌株组合、添加方式和益生元等。

4.1 食品配料及添加剂对益生菌活性的影响

在乳制品生产时,常常需要添加一些食品配料和添加剂来改善产品的风味、口感和组织状态,例如甜味剂、水果、巧克力、色素、增稠剂、稳定剂、酸味剂等,这些成分的加入都会对益生菌的生长和代谢产生影响。Possemiers 等^[21]发现巧克力可以促进益生菌在甜点中生长,并提高其对抗环境压力的能力,保护益生菌不受人体胃肠道的伤害。Vinderola 等^[22]通过在多种甜点中添加配料和添加剂来测试其对益生菌活性的影响,发现草莓香精、香草精、香蕉香精都会对双歧杆菌和嗜酸乳杆菌产生一定的抑制作用;15%~20%的蔗糖就会抑制双歧杆菌的繁殖;而天然色素,包括深红、姜黄和胭脂素则不会对乳酸菌的生长产生影响。Nualkaekul 等^[23]发现 *L. plantarum* NCIMB 8826 的活性会受到草莓汁、石榴汁和猕猴桃汁的抑制。Buriti 等^[24]发现在牛奶慕斯中添加浓缩番石榴果汁和番石榴果肉会抑制嗜酸乳杆菌 La-5 的生长。除此之外,果汁的 pH 和有机酸组成成分也会对益生菌的活性产生影响^[25]。调味剂对益生菌活性的抑制作用,可能是因为其中含有的精油引起的胞溶作用,也可能是因为调味剂中含有酚类物质,如丁子香酚、苯丙烯酸、香芹酚、百里香酚等^[26]。

4.2 凝胶体系对益生菌活性的影响

大多数乳制品中都需要添加一定量的增稠剂如吉利丁、卡拉胶和淀粉等,从而增加产品的稠度和硬度,便于其成型。各种来源的天然淀粉和改性淀粉(主要是玉米、大米、木薯),由于其增稠和凝胶化特性被广泛应用于乳制品的生产。Ozcan 等^[8]发现添加米粉会对益生菌大米布丁中

的嗜酸乳杆菌 La-5 和动物双歧杆菌 BB-12 的活性产生一定影响,发现在 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 冷藏期间,其活菌数呈下降趋势,且在 21d 时活菌数下降较快,低于 $6 \log \text{CFU/g}$ 。

4.3 氧对益生菌活性的影响

在慕斯、蛋糕和馅饼等乳制品生产时,为了改善产品的口感和组织状态,往往需要添加一定量的打发淡奶油,这使得产品中充入大量的空气。产品中分子氧的存在会对厌氧和微量需氧乳酸菌产生不利影响,例如乳酸杆菌是微量需氧微生物,双歧杆菌是严格厌氧微生物。厌氧和微量需氧的乳酸菌自身缺乏有效的细胞除氧机制,在有氧条件下生长时会产生对细胞有害的过氧化物,累积在细胞中最终会导致细胞因氧化损伤而死亡。Bolduc 等^[27]发现益生菌产品中的氧会对双歧杆菌的生长产生显著抑制作用。为了保护益生菌不受氧的侵害,可以采取一些措施来降低乳制品中的氧含量,可以在配方中添加抗氧化剂和除氧剂(如抗坏血酸、谷胱甘肽等),也可以使用真空包装和对氧气渗透性低的包装材料,并控制生产过程中氧含量,这样可以使产品中的溶解氧含量达到最小值。

4.4 不同菌株组合对益生菌活性的影响

在乳制品中使用不同组合的菌株,能改善产品的风味及口感,提升产品的营养价值,但有时微生物间的相互作用也会影响产品的稳定性。为确保生产的益生菌产品能够达到预期的效果,测定产品中菌株在各个阶段的稳定性显得尤为重要。Correa 等^[11]在一项椰肉馅饼的实验中发现,当双歧杆菌与干酪乳杆菌混合使用时,干酪乳杆菌的存在不会对双歧杆菌的数量产生影响,但双歧杆菌的存在会对干酪乳杆菌的增殖产生抑制作用。说明这两种益生菌之间不存在有益的交互作用。Helland 等^[7]研究发现,牛奶布丁中添加的嗜酸乳杆菌 La-5 和动物双歧杆菌 BB12 之间存在有益的交互作用,添加单一菌株的产品的活菌浓度大约在 $8 \log \text{CFU/g}$,而添加了混合菌株的产品中的活菌浓度达到了 $9 \log \text{CFU/g}$ 。

4.5 益生菌的添加方式对其活性的影响

益生菌的添加方式对乳制品的活菌数具有重要的影响。目前市面上益生菌菌种大部分是以直接式发酵剂的形式存在,乳制品中虽然存在利于其生长的各种营养成分,如蔗糖、蛋白质和多

肽等,但如果不对益生菌发酵剂进行一定的活化处理,制成的益生菌甜点在冷藏过程中,其益生菌活性还是会严重下降。为了提高产品在加工及储藏期间的益生菌活菌数,必须对益生菌发酵剂进行活化培养,确保菌种的添加量在 $7 \sim 9 \log \text{CFU/g}$ ^[28]。Buriti 等^[24]在生产含有果汁或者果肉的牛奶慕斯时,先将 *L. acidophilus* La-5 接种到 20mL 的变性牛奶中,在 37°C 发酵 2.5h 后,将发酵牛乳培养物添加到经过巴氏灭菌并冷却的慕斯混合液中,制得的慕斯中的益生菌浓度大约为 $6.5 \sim 7 \log \text{CFU/g}$ 。Correa 等^[11]将 *B. lactis* BL-04 和 *L. paracasei subsp. paracasei* LBC 82 添加到 20mL 牛奶中进行单菌株培养和混菌培养后,并分别添加到椰果馅饼中,产品在 5°C 保存期间活菌数达到 $6 \sim 7 \log \text{CFU/g}$ 。

Magarinos 等^[19]将 *L. casei* Shirota 和 *B. animalis* Bb12 的培养物各两克分别加入到含有 0.05% L-盐酸半胱氨酸、2% 葡萄糖和 1% 酵母浸膏的 60mL 牛奶中进行培养,培养温度分别为 38°C 和 32°C ,使其 pH 降低到 5.0,需要的培养时间分别为 $1.25 \pm 0.05\text{h}$ 和 $3.12 \pm 0.10\text{h}$,此时菌株浓度分别为 $9.17 \log \text{CFU/g}$ 和 $9.54 \log \text{CFU/g}$ 。将上述培养物添加到乳制品中,使产品中活菌数都保持在 10^8CFU/g ,且在 5°C 保存 14d 时菌液浓度始终维持在 10^8CFU/g 以上。Helland 等^[7]在益生菌牛奶布丁的生产中,将布丁液灭菌冷却后,加入活化的益生菌在 37°C 培养 12h 后,冷却使产品凝固成冻后在 $4 \sim 6^\circ\text{C}$ 保存,结果表明经过 37°C 发酵处理 12h 的产品的活菌数比未发酵处理的产品明显增高,达到了 $7 \sim 9 \log \text{CFU/g}$ 的水平。

4.6 添加益生元对益生菌活性的影响

益生元是一类能够促进益生菌的生长繁殖和在人体消化道中定植,同时能抑制肠道中致病菌生长的非消化性的膳食补充剂。菊粉、低聚果糖和乳清蛋白浓缩粉(Whey protein concentrate, WPC)是目前在乳制品中研究最多的益生元,它们可以有效地提高益生菌在乳制品中的生存和繁殖能力。Buriti 等^[29]研究了用菊粉和 WPC 来部分或全部取代益生菌番石榴慕斯中的乳脂,发现添加了 WPC 的产品在 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 储存 28d 后其 *L. acidophilus* 的数量明显高于对照组,超过 $6.24 \log \text{CFU/g}$,而不含 WPC 的对照组在保存期

末时 *L. acidophilus* 的数量至少会降低 2 个对数级。而添加菊粉可以改善产品在第一周贮存期间 *L. acidophilus* 在模拟胃肠道环境中的存活率。但 Aragon - Alegro 研究中却发现,巧克力慕斯中添加菊粉对副干酪乳杆菌 LBC82 在 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 储存 28 的活菌数影响不大,产品的活菌数都保持在 $7 \log \text{CFU/g}^{[6]}$ 。

5 展望

目前,国内外有关益生菌甜点的开发都处于起步阶段,有许多问题需要研究和解决。例如,目前在甜点中使用的益生菌种类比较少,主要为双歧杆菌和嗜酸乳杆菌,较少涉及其他益生菌;其次,大量研究表明添加益生菌会对甜点的物化特性产生影响,但如何去控制益生菌对产品品质的影响,还需进一步的研究;另外绝大多数研究都是围绕甜点产品中益生菌活性和稳定性的研究,而较少涉及乳制甜点对益生菌生理特性及代谢产物的影响的研究。乳制甜点是益生菌生存的良好载体,在货架期内能够保持较高的活菌数,是具有良好发展前景的益生菌产品。随着人们生活水平和健康意识的不断提高,具有益生特性的乳制甜点必将成为未来功能性食品市场的主打产品。开展益生菌甜点的研究与开发,对我国乳制品产业结构调整,引领普通食品的功能化,具有十分重要的现实意义和影响。

参考文献:

- [1] Buriti F C, Saad S M. Chilled milk - based desserts as emerging probiotic and prebiotic products [J]. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 2014, 54(2): 139 - 150.
- [2] Frederico C, Pinto T B, Castro E M, et al. Probiotic dairy dessert supplemented with whey protein concentrate: effect on the viability of *Lactobacillus acidophilus*, on texture, physicochemical and sensory features [J]. *Journal of Food & Nutrition Research*. 2016, 55(4): 511 - 522.
- [3] Ares G, Gimenez A, Gambaro A. Influence of nutritional knowledge on perceived healthiness and willingness to try functional foods [J]. *Appetite*, 2008, 51(3): 663 - 668.
- [4] Buriti F C, Bedani R, Saad S M. Probiotic and Prebiotic Dairy Desserts, Probiotics, Prebiotics and Synbiotics [M]. Elsevier Inc, 2016.
- [5] Buriti F C, Castro I A, Saad S M. Viability of *Lactobacillus acidophilus* in synbiotic guava mousses and its survival under in vitro simulated gastrointestinal conditions [J]. *International Journal of Food Microbiology*. 2010, 137(2-3): 121 - 129.
- [6] Aragon - Alegro L C, Alegro J H, Cardarelli H R, et al. Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse [J]. *LWT - Food Science and Technology*, 2007, 40(4): 669 - 675.
- [7] Helland M H, Wicklund T, Narvhus J A. Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk - and water - based cereal puddings [J]. *International Dairy Journal*, 2004, 14(11): 957 - 965.
- [8] Ozcan T, Yilmaz - ersan L, Akpinarbayazit A, et al. Viability of *Lactobacillus acidophilus* LA - 5 and *Bifidobacterium bifidum* BB - 12 in rice pudding [J]. *Mljekarstvo*, 2010, 60(2): 135 - 144.
- [9] 黄晓庆, 钟秀娟. 可吸型含发酵乳果冻的研制 [J]. *现代食品科技*, 2012, 28(1): 82 - 90.
- [10] Silva A S, Honjoja E R, Inay O M, et al. Viability of *Lactobacillus casei* in chocolate flan and its survival to simulated gastrointestinal conditions [J]. *Semina Ciencias Agrarias*, 2012, 33(Sup2): 3163 - 3170.
- [11] Correa S B, Castro I A, Saad S M. Probiotic potential and sensory properties of coconut flan supplemented with *Lactobacillus paracasei* and *Bifidobacterium lactis* [J]. *International Journal of Food Science & Technology*. 2008, 43(9): 1560 - 1568.
- [12] Homayouni A, Azizi A, Ehsani M R, et al. Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream [J]. *Food Chemistry*, 2008, 111(1): 50 - 55.
- [13] 宋士良, 刘彦燕, 方曙光. 益生菌在冰淇淋上的应用 [J]. *中国食品添加剂*, 2011(3): 197 - 200.
- [14] Douglas L C, Sanders M E. Probiotics and prebiotics in dietetics practice [J]. *Journal of the American Dietetic Association*, 2008, 108(3): 510 - 521.
- [15] Canadian Food Inspection Agency. Guide to food labeling and advertising. Probiotic Claims [EB/OL]. [2011 - 03 - 04]. <http://www.inspection.gc.ca/english/fssa/labetai/guide/ch8ae.shtml>.
- [16] Cardarelli H R, Saad S M, Gibson G R, et al. Functional petit - suisse cheese: Measure of the prebiotic effect [J]. *Anaerobe*, 2007, 13(5-6): 200 - 207.
- [17] Fernandes M S, Cruz A G, Arroyo D M, et al. On the behavior of *Listeria innocua* and *Lactobacillus acidophilus*

- lus co* – inoculated in a dairy dessert and the potential impacts on food safety and product's functionality [J]. *Food Control*, 2013, 34(2): 331 – 335.
- [18] Cardarelli H R, Aragon – Alegro L C, Alegro J H, et al. Effect of inulin and *Lactobacillus paracasei* on sensory and instrumental texture properties of functional chocolate mousse [J]. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 2008, 88(8): 1318 – 1324.
- [19] Magarinos H, Cartes P, Fraser B, et al. Viability of probiotic micro – organisms (*Lactobacillus casei* Shirota and *Bifidobacterium animalis* subspp. *lactis*) in a milk – based dessert with cranberry sauce [J]. *International Journal of Dairy Technology*, 2008, 61(1): 96 – 101.
- [20] Romano A, Blaiotta G, Cerbo A D, et al. Spray – dried chestnut extract containing *Lactobacillus rhamnosus* cells as novel ingredient for a probiotic chestnut mousse [J]. *Journal of Applied Microbiology*, 2014, 116(6): 1632 – 1641.
- [21] Possemiers S, Marzorati M, Verstraete W, et al. Bacteria and chocolate: A successful combination for probiotic delivery [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2010, 141(1 – 2): 97 – 103.
- [22] Vinderola C G, Costa G A, Regenhardt S, et al. Influence of compounds associated with fermented dairy products on the growth of lactic acid starter and probiotic bacteria [J]. *International Dairy Journal*, 2002, 12(7): 579 – 589.
- [23] Nualkaekul S, Charalampopoulos D. Survival of *Lactobacillus plantarum* in model solutions and fruit juices [J]. *International Journal of Food Microbiology*, 2011, 146(2): 111 – 117.
- [24] Burity F C, Komatsu T R, Saad S M. Activity of passion fruit (*Passiflora edulis*) and guava (*Psidium guajava*) pulps on *Lactobacillus acidophilus* in refrigerated mousses [J]. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2007, 38(38): 315 – 317.
- [25] Kailasapathy K, Harmstorff I, Phillips M. Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* in stirred fruit yogurts [J]. *LWT – Food Science and Technology*, 2008, 41(7): 1317 – 1322.
- [26] Gutierrez J, Barry – Ryan C, Bourke P. Antimicrobial activity of plant essential oils using food model media: Efficacy, synergistic potential and interaction with food components [J]. *Food Microbiology*, 2009, 26(2): 142 – 150.
- [27] Bolduc M P, Raymond Y, Fustier P, et al. Sensitivity of bifidobacteria to oxygen and redox potential in non – fermented pasteurized milk [J]. *International Dairy Journal*, 2006, 16(9): 1038 – 1048.
- [28] Champagne C P, Gardner NJ, Roy D. Challenges in the addition of probiotic cultures to foods [J]. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 2005, 45(1): 61 – 84.
- [29] Burity F C, Castro I A, Saad S M. Effects of refrigeration, freezing and replacement of milk fat by inulin and whey protein concentrate on texture profile and sensory acceptance of synbiotic guava mousses [J]. *Food Chemistry*, 2010, 123(4): 1190 – 1197.

Development and research status of probiotic dairy dessert

CHEN Xia, WANG Na, BAO Yifeng, SANG Jian, GU Ruixia

(School of Tourism and Culinary Science, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu, 225127, China)

Abstract: Dairy desserts are good growth medium for probiotics, and dairy desserts added with probiotic have shown a great market potential for improved nutritional and functional properties and commercial value. The current situation of probiotic desserts, the selection criteria of probiotic, the effect of probiotics on dairy dessert quality and the influenced factors of probiotic activity in dairy dessert were reviewed.

Key words: probiotic; dairy dessert; research status

(责任编辑: 赵 勇)