

乳酸菌利用低聚果糖和低聚木糖的特性研究

张秋香, 应聪萍, 刘思思, 陈卫, 张灏*

(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 以 35 株乳酸菌(LAB)为研究对象,通过体外实验研究乳酸菌利用低聚果糖(FOS)和低聚木糖(XOS)的偏好性、代时和产酸速率。通过溴甲酚紫平板法发现 4 株鼠李糖乳杆菌、3 株嗜热链球菌和 2 株嗜酸乳杆菌均不能利用 FOS 和 XOS,8 株植物乳杆菌都能利用 FOS 和 XOS,而短乳杆菌、干酪乳杆菌、发酵乳杆菌、格氏乳杆菌、罗伊氏乳杆菌和双歧杆菌能选择性利用 FOS 和 XOS。此外,以 FOS/XOS 作为唯一碳源时,通过比较乳酸菌的代时和产酸速率,发现菌株的生长速率和产酸速率呈正相关,乳杆菌产酸速率普遍大于双歧杆菌。实验结果表明:乳酸菌对 FOS 和 XOS 的利用特性不同,与乳酸菌的种属相关。

关键词: 乳酸菌;低聚果糖;低聚木糖;利用特性;代时

中图分类号:TS 201.3 文章编号:1673-1689(2020)04-0018-06 DOI:10.3969/j.issn. 1673-1689.2020.04.003

Fructooligosaccharides and Xylooligosaccharides Utilization Properties of Lactic Acid Bacteria

ZHANG Qiuxiang, YING Congping, LIU Sisi, CHEN Wei, ZHANG Hao*

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The study investigated the preference, generation time and acid production rate of 35 lactic acid bacteria (LAB) using fructooligosaccharide (FOS) and xylooligosaccharide (XOS) in vitro. None of the strains of *Lactobacillus rhamnosus*, *L. acidophilus* and *Streptococcus thermophilus* were able to utilize FOS and XOS in bromocresol purple plate. Eight strains of *L. plantarum* could take advantage of FOS/XOS, while FOS/XOS could be selectively used by *L. brevis*, *L. casei*, *L. fermentum*, *L. casei*, *L. reuteri* and *Bifidobacteria*. The generation time and acid production rate of LAB were also detected when using FOS or XOS as the sole carbon source. The growth rate of the strains was positively correlated with the acid production rate. The acidification rate of *Lactobacillus* was generally higher than that of *Bifidobacteria*. These results demonstrated that the utilization of oligosaccharides by LAB had strain specificity and regularity.

Keywords: lactic acid bacteria, fructooligosaccharides, xylooligosaccharides, utilization characteristics, generation time

收稿日期: 2018-02-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(31125021, 31200691)。

作者简介: 张秋香(1979—),女,博士,副教授,主要从事食品微生物学研究。E-mail: zhangqx@jiangnan.edu.cn

* 通信作者: 张灏(1962—),男,教授,博士研究生导师,主要从事益生菌的筛选、开发及利用研究。E-mail: zhanghao@jiangnan.edu.cn

乳酸菌是一类公认安全的、对于工业尤其是食品工业以及人体健康具有重大意义的益生菌^[1]。常见的乳酸菌有双歧杆菌属、乳杆菌属、乳球菌属、肠球菌属、明串珠菌属、片球菌属和嗜热链球菌属等^[2]。研究发现乳酸菌具有促进营养物质的吸收、减缓乳糖不耐症、吸附重金属、降低血清胆固醇和血脂浓度、预防高血压、糖尿病、调节免疫功能以及平衡肠道菌群等生理作用^[3-6]。乳酸菌在体内的定殖是其发挥生理作用的重要前提^[7]。而功能性低聚糖可以选择性地促进乳酸菌在体内增殖,因此,对功能性低聚糖的利用被认为是益生菌的一项重要新特性^[8]。

常见的功能性低聚糖有大豆低聚糖、低聚果糖、低聚半乳糖、低聚木糖、棉子糖、低聚异麦芽糖等^[9-10]。不同品种的功能性低聚糖对乳酸菌的增殖效果存在差异。Tseteslava 等人^[11]研究了低聚果糖、葡糖低聚糖和低聚半乳糖对于酸奶中分离出的 18 株保加利亚乳杆菌的增殖作用,发现这些菌株对 3 种低聚糖的利用能力各不相同且具有菌株特异性;王苗等人^[12]探究了动物乳杆菌、粪肠球菌、植物乳杆菌和罗伊氏乳杆菌 4 株乳酸菌对魔芋低聚糖的降解利用情况,发现不同乳酸菌对低聚糖的利用规律和代谢产物分布等方面均存在差异。越来越多的研究发现低聚果糖(FOS)和低聚木糖(XOL)对双歧杆菌和乳杆菌的增殖有积极的影响^[13-14]。但大部分研究集中在乳酸菌单个种或单株菌的水平,涉及菌株较

少,覆盖面不够广,对于乳酸菌利用低聚糖的特性在种属水平上较为宏观系统的研究比较少见。

作者选取 35 株不同种属的乳酸菌,通过体外实验测定它们对低聚果糖和低聚木糖的偏好性,以及分别以这两种低聚糖为唯一碳源生长时代的代时和产酸速率。

1 材料与方法

1.1 试剂及培养基

低聚果糖(95%):购自日本明治公司;低聚木糖(95%):购自山东龙力生物公司;牛肉膏、胰蛋白胨、酵母粉、葡萄糖、吐温-80、三水磷酸氢二钾、无水乙酸钠、柠檬酸氢二铵、七水硫酸镁、一水硫酸锰、琼脂条、L-半胱氨酸盐酸盐、溴甲酚紫、氯化钠、氢氧化钠、盐酸:购自国药集团化学试剂公司。

MRS 培养基^[15](1 L):牛肉膏 10 g;胰蛋白胨 10 g;酵母粉 5 g;葡萄糖 20 g;无水乙酸钠 5 g;MgSO₄·7H₂O 0.1 g;MnSO₄·H₂O 0.05 g;柠檬酸氢二铵 2 g;K₂HPO₄·3H₂O 2.6 g;吐温-80 1 mL;调节 pH 为 6.8 ± 0.2。121 °C 灭菌 15 min(若培养双歧杆菌则另加入 L-半胱氨酸盐酸盐 1 g)。

MRS-低聚糖培养基:以低聚糖代替 MRS 培养基中的葡萄糖,添加量为 0.5 g/dL,并滴加 1.5 g/dL 溴甲酚紫溶液作为指示剂。

1.2 实验菌株

实验用乳酸菌菌株共 35 株,详细信息见表 1。

表 1 实验菌株信息

Table 1 Information of experimental strains

| 菌株编号 | 中文名 | 来源 | 菌株 | 中文名 | 来源 |
|---------|--------|-----------|---------|----------|-----------|
| CCFM237 | 鼠李糖乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM238 | 植物乳杆菌 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM310 | 鼠李糖乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | LP-L | 植物乳杆菌 | 分离自发酵食品 |
| CCFM319 | 鼠李糖乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | LP-3 | 植物乳杆菌 | 分离自发酵食品 |
| LGG | 鼠李糖乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | LP-4 | 植物乳杆菌 | 分离自发酵食品 |
| CCFM6 | 嗜酸乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | LP-29 | 植物乳杆菌 | 分离自发酵食品 |
| CCFM137 | 嗜酸乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM3 | 嗜热链球菌 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM498 | 短乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM8 | 嗜热链球菌 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM499 | 短乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM218 | 嗜热链球菌 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM5 | 干酪乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM16 | 两歧双歧杆菌 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM9 | 干酪乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM622 | 短双歧杆菌 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM30 | 干酪乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM623 | 短双歧杆菌 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM13 | 罗伊氏乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM624 | 动物双歧杆菌 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM14 | 罗伊氏乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM625 | 动物双歧杆菌 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM29 | 发酵乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM626 | 青春双歧杆菌 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM15 | 格氏乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | BB6070 | 青春双歧杆菌 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM4 | 植物乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM642 | 长双歧杆菌长亚种 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM12 | 植物乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | CCFM643 | 长双歧杆菌长亚种 | 作者所在实验室保存 |
| CCFM236 | 植物乳杆菌 | 作者所在实验室保存 | | | |

1.3 乳酸菌利用低聚糖的偏好性检测

参考 Tseteslava 等人^[11]的方法进行。取 1 mL 过夜培养的菌液, 5 000 r/min 离心 5 min, 以灭菌的生理盐水洗涤两次后用生理盐水重悬。吸取 2 μ L 菌悬液, 点在相应的 MRS-低聚糖固体培养基上, 置于厌氧工作站倒置培养 12 h。若菌落周围变黄色, 则表明该菌株可以利用相应的低聚糖。以 MRS-葡萄糖和 MRS-无糖固体培养基分别作为阳性和阴性对照。

1.4 乳酸菌利用低聚糖的代时测定

代时指细胞每分裂一次所需的时间^[16]。代时越短, 表明生长速度越快。配制 MRS-低聚糖液体培养基, 将能利用 FOS/XOS 的菌株划线活化后, 挑取单菌落接种至 5 mL 液体培养基中培养 12 h, 以体积分数 0.2% 的接种量接入至 5 mL 液体培养基, 置于厌氧工作站 37 $^{\circ}$ C 培养。以接种时间为 0 h, 每隔 2 h 取出试管, 测定 A_{600nm} 值, 同时设置两个平行。选取处于各菌株对数生长期的数据点, 计算代时 G 。对数代时公式如下所示:

$$G = \frac{(t_2 - t_1)}{3.322(A_2 - A_1)} \quad (1)$$

式(1)中: G 为代时; A_1 、 A_2 为 t_1 、 t_2 时刻测定菌悬液的吸光值。

1.5 乳酸菌利用低聚糖的产酸速率测定

吸取 3 mL 测定代时剩余的菌液, 以酚酞为指示剂, 参照 GB/T 12456-2008^[17]的方法, 用 0.05 mol/L 的 NaOH 溶液进行滴定并计算菌液的总酸度。再按

以下公式计算酸度变化率:

$$S = \frac{\Delta AG}{(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

式(2)中: S 为酸度变化率; AG 为酸度; ΔAG 为 t_1 、 t_2 时刻所测得菌液酸度的差值。

1.6 数据处理

用 SPSS 17.0^[18]对实验数据进行分析, 用 Origin 8.5^[19]进行绘图。

2 结果与讨论

2.1 乳酸菌利用低聚果糖的偏好性

各种属的乳酸菌对低聚果糖的利用偏好性见表 2。结果表明, 共有 18 株乳酸菌能利用 FOS。其中, 大多数植物乳杆菌、部分干酪乳杆菌和罗伊氏乳杆菌能利用 FOS, 鼠李糖乳杆菌、嗜酸乳杆菌、短乳杆菌和嗜热链球菌普遍不利用 FOS, 其中包括了被广泛研究的益生菌株 LGG, 这与 Kaplan^[20]研究中 FOS 对乳杆菌的选择性增殖作用这一结果相一致。此外, FOS 虽然是超强双歧因子^[21], 普遍能促进双歧杆菌增殖^[22]。但实验结果发现, 两歧双歧杆菌 CCFM16、短双歧杆菌 CCFM622、动物双歧杆菌 CCFM624 和长双歧杆菌长亚种 CCFM642 不利用 FOS, 说明不是所有的双歧杆菌都可以利用 FOS 作为双歧因子。总的来说, 乳酸菌对 FOS 的偏好性呈现一定的菌株特异性。

表 2 乳酸菌对低聚果糖和低聚木糖的偏好性

Table 2 FOS and XOS utilization by LAB

| 菌株编号 | FOS | XOS | GLU | 无糖 | 菌株编号 | FOS | XOS | GLU | 无糖 |
|---------|-----|-----|-----|----|---------|-----|-----|-----|----|
| CCFM237 | - | - | + | - | CCFM238 | + | + | + | - |
| CCFM310 | - | - | + | - | LP-L | + | + | + | - |
| CCFM319 | - | - | + | - | LP-3 | + | + | + | - |
| LGG | - | - | + | - | LP-4 | + | + | + | - |
| CCFM6 | - | - | + | - | LP-29 | + | + | + | - |
| CCFM137 | - | - | + | - | CCFM3 | - | - | + | - |
| CCFM498 | - | + | + | - | CCFM8 | - | - | + | - |
| CCFM499 | - | + | + | - | CCFM218 | - | - | + | - |
| CCFM5 | + | - | + | - | CCFM16 | - | - | + | - |
| CCFM9 | - | - | + | - | CCFM622 | - | - | + | - |
| CCFM30 | + | - | + | - | CCFM623 | + | - | + | - |
| CCFM13 | + | - | + | - | CCFM624 | - | - | + | - |
| CCFM14 | - | - | + | - | CCFM625 | + | + | + | - |
| CCFM29 | + | - | + | - | CCFM626 | + | + | + | - |
| CCFM15 | + | - | + | - | BB6070 | + | + | + | - |
| CCFM4 | + | + | + | - | CCFM642 | - | - | + | - |
| CCFM12 | + | + | + | - | CCFM643 | + | - | + | - |
| CCFM236 | + | + | + | - | | | | | |

注: GLU: 葡萄糖; - : 该菌株不能利用相应的糖; + : 该菌株能利用相应的糖。

2.2 乳酸菌利用低聚木糖的偏好性

各种属的乳酸菌对低聚木糖的利用偏好性如表 2 所示,共有 13 株菌能利用 XOS。短乳杆菌、植物乳杆菌普遍可以利用 XOS,而其余乳杆菌均不能利用,说明乳杆菌对于 XOS 的利用在种内比较一致,可能在种间存在差异。对于双歧杆菌,动物双歧杆菌 CCFM625、青春双歧杆菌 CCFM626、BB6070 可以利用 XOS,其余菌株均不能利用,这表明 XOS 不能被所有双歧杆菌利用。Immerzeel 等人^[23]的研究发现两株人源的短乳杆菌(DSMZ 1269)和青春双歧杆菌(ATCC 15703)可以利用 XOS,这支持了作者的研究结果。

综合分析 35 株乳酸菌对 FOS 和 XOS 的利用能力,发现 4 株鼠李糖乳杆菌、3 株嗜热链球菌、2 株嗜酸乳杆菌、都不能利用 FOS 和 XOS,而 8 株植物乳杆菌都可以利用 FOS 和 XOS,呈现出很高的一致性,这是一个值得探讨的现象。细菌利用低聚糖通常需要转运蛋白和糖苷酶的参与^[24],后续可以从乳酸菌的代谢途径或降解低聚糖的酶系及基因方面进行差异探究。此外,短乳杆菌、干酪乳杆菌、发酵乳杆菌、格氏乳杆菌、罗伊氏乳杆菌和双歧杆菌在株水平上对 FOS/XOS 的利用存在差异。

2.3 低聚果糖对乳酸菌体外生长、产酸的影响

乳酸菌在 MRS-FOS 液体培养基中的代时及其产酸速率分别见图 1 和图 2。以 FOS 为碳源时,乳杆菌的代时普遍较短,均小于 100 min,表明乳杆菌可以较快地降解 FOS,促进自身的生长。双歧杆菌

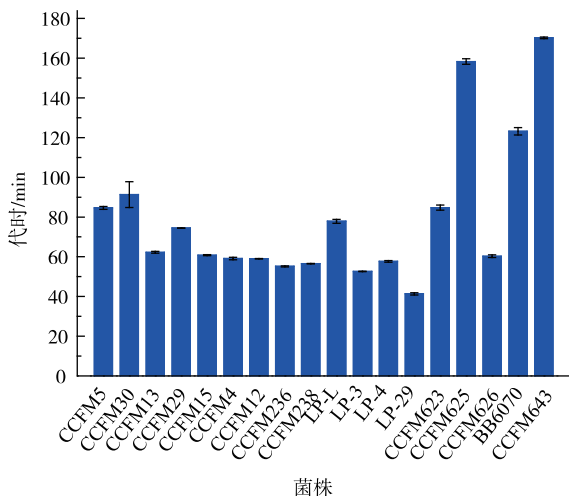


图 1 乳酸菌在低聚果糖中的代时

Fig. 1 Generation time of LAB in MRS broth added with FOS

代时相对较长,多数在 100 min 以上,说明其降解 FOS 的速度较乳杆菌慢。虽然双歧杆菌本身较难培养且生长速度较慢,但短双歧杆菌 CCFM623 生长速度与干酪乳杆菌相近,代时达到了 84.7 min,青春双歧杆菌 CCFM626 甚至达到了与植物乳杆菌相近的速度,代时为 60.3 min,表明 FOS 对这两株菌的促生长作用非常显著。此外,18 株乳酸菌的产酸速率存在差异,植物乳杆菌 LP-29 的产酸速率最快,乳杆菌的产酸速率普遍高于双歧杆菌。

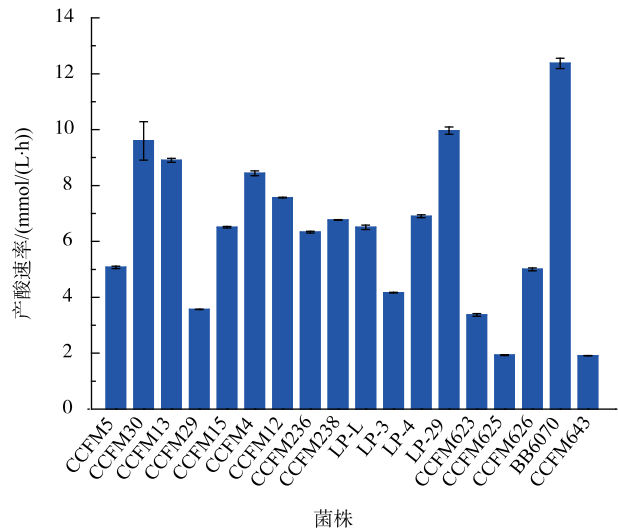


图 2 乳酸菌在低聚果糖中的产酸速率

Fig. 2 Acid production rate of LAB in MRS broth added with FOS

2.4 低聚木糖对乳酸菌体外生长、产酸的影响

乳酸菌在 MRS-XOS 液体培养基中的代时及其产酸速率分别如图 3 和图 4 所示。以 XOS 为碳源时,除两株短乳杆菌代时较短,为 107.8 min 和 69.1 min,其余乳杆菌的代时普遍大于双歧杆菌,平均在 200 min 左右。说明除了两株短乳杆菌,其它乳杆菌以 XOS 为碳源时的生长速度普遍小于双歧杆菌,双歧杆菌可以比乳杆菌更快地利用 XOS。相应地,2 株短乳杆菌和 3 株双歧杆菌的产酸速率大于其它乳杆菌(如图 4),这与其代时的差异相对应。

总体来说,在 FOS/XOS 作为碳源时,菌株的生长速率和产酸速率呈正相关,生长速率较快的菌株,产酸速率也较快,且乳杆菌产酸速率普遍大于双歧杆菌。但这一现象并不绝对,例如生长速率接近的两株干酪乳杆菌,产酸速率相差较大,说明即使是同一种菌,不同株之间对同种低聚糖的利用特性也可能不同。

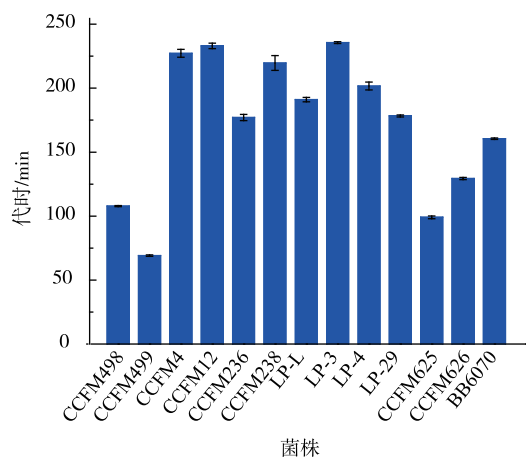


图3 乳酸菌在低聚木糖中的代时

Fig. 3 Generation time of LAB in MRS broth added with XOS

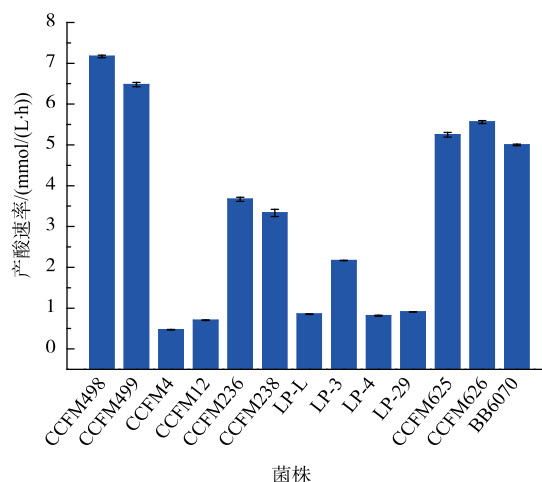


图4 乳酸菌在低聚木糖中的产酸速率

Fig. 4 Acid production rate of LAB in MRS broth added with XOS

3 结语

为研究不同种属的乳酸菌对低聚果糖和低聚木糖的利用特性, 作者对 35 株乳酸菌进行功能性低聚糖偏好性、代时和产酸速率的测定。使用溴甲酚紫平板法和体外培养的方式, 发现乳酸菌对 2 种功能性低聚糖的利用具有菌株特异性但也存在一

定的规律。不同种属的乳酸菌对低聚果糖和低聚木糖的利用特性不同, 这可以帮助人们更加科学地认识益生元和益生菌之间的关系, 为选择和开发益生元、益生菌以及合生元产品提供一些参考。作者使用的低聚糖都是由不同聚合度的寡糖组成的混合物, 后续可以进一步分析乳酸菌对于不同聚合度的寡糖的偏好性以及利用规律。

参考文献:

- [1] TEUBER M. Biotechnology[M]. Weinheim: VCH Publishers, 1993.
- [2] 郭本恒. 益生菌[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [3] MARTINI M C, LEREBOURS E C, LIN W J, et al. Strains and species of lactic acid bacteria in fermented milks (yogurts): effect on in vivo lactose digestion[J]. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1991, 54(6): 1041-1046.
- [4] GORBACH S L. Lactic acid bacteria and human health[J]. *Annals of Medicine*, 1990, 22(1): 37-41.
- [5] ZHAI Q, WANG G, ZHAO J. Protective effects of *Lactobacillus plantarum* CCFM8610 against acute cadmium toxicity in mice[J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2013, 79(5): 1508-1515.
- [6] AO Xiaolin, PU Biao, CAI Yimin, et al. Research progress of *Lactobacillus fermentum* and its probiotic characteristics [J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2015(2): 121-127. (in Chinese)
- [7] HOPELMAN A, TUOMANEN E. Consequences of microbial attachment: Directing host cell functions with adhesins [J]. *Infection and Immunity*, 1992, 60(5): 1729-1733.
- [8] BIELECKA M, BIEDRZYCKA E, MAJKOWSKA A. Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their in vivo effectiveness[J]. *Food Research International*, 2002, 35(2): 125-131.
- [9] YONG J G, KLAENHAMMER T R. Genetic Mechanisms of prebiotic oligosaccharide metabolism in probiotic microbes[J]. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2015, 6: 137-156.
- [10] CORZO N, ALONSO J L, AZPIROZ F, et al. Prebiotics: Concept, properties and beneficial effects[J]. *Nutricion Hospitalaria Organo Oficial De La Sociedad Espanola De Nutricion Parenteral Y Enteral*, 2015, 31(s01): 99-118.
- [11] IGNATOVA T, ILIEV I, KIRILOV N, et al. Effect of oligosaccharides on the growth of *Lactobacillus delbrueckii* subsp.

- bulgaricus* strains isolated from dairy products[J]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2009, 57(20):9496-9502.
- [12] WANG Miao, JIANG Min, LI Heng, et al. Degradation and utilization of konjac mannan oligosaccharides by lactic acid bacteria [J]. **Food and Fermentation Industries**, 2016, 11:20-24. (in Chinese)
- [13] MORO G, MINOLI I, MOSCA M, et al. Dosage-related bifidogenic effects of galacto- and fructooligosaccharides in formula-fed term infants[J]. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, 2002, 34(3):291-295.
- [14] CHILDS C E, ROYTIO H, ALHONIEMI E, et al. Xylo-oligosaccharides alone or in synbiotic combination with *Bifidobacterium animalis* subsp. lactis induce bifidogenesis and modulate markers of immune function in healthy adults;a double-blind, placebo-controlled, randomized, factorial cross-over study[J]. **British Journal of Nutrition**, 2014, 111(11):1-12.
- [15] 林宏辉. 现代生物学基础实验指导[M]. 成都:四川大学出版社, 2003.
- [16] 何国庆, 贾英民. 食品微生物学[M]. 北京:中国农业大学出版社, 2004.
- [17] 中国国家标准化管理委员会. 食品中总酸的测定:GB/T 12456-2008[S]. 北京:中国标准出版社, 2008.
- [18] 徐秋艳. SPSS 统计分析方法及应用实验教程[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2011.
- [19] 润明, 晓明. 图解 Origin 8.0 科技绘图及数据分析[M]. 北京:人民邮电出版社, 2009.
- [20] KAPLAN H, HUTKINS R W. Fermentation of fructooligosaccharides by lactic acid bacteria and bifidobacteria[J]. **Appl Environ Microbiol**, 2000, 66(6):2682-2684.
- [21] XIANG Mingjie, LIU Ming, PENG Yibing, et al. Effects of oligosaccharides on the proliferation and intestinal microflora of *Bifidobacterium*[J]. **Laboratory Medicine**, 2005(1):49-51. (in Chinese)
- [22] XIONG Wei, ZHANG Jian. Oligosaccharide(FOS) - Super bifurcation factor [J]. **Western Exploration Engineering**, 2006, 12:292-294.
- [23] IMMERZEEL P, FALCK P, GALBE M, et al. Extraction of water-soluble xylan from wheat bran and utilization of enzymatically produced xylooligosaccharides by *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, and *Weissella*, spp.[J]. **LWT - Food Science and Technology**, 2014, 56(2):321-327.
- [24] GNZLE M G, FOLLADOR R. Metabolism of oligosaccharides and starch in *Lactobacilli*:A LWT-Food review [J]. **Frontiers in Microbiology**, 2012(3):1-15.

会 议 消 息

会议名称:中国化学会第二届全国光功能材料青年学者研讨会

会议时间:2020年10月16-19日

会议地点:江西省南昌市

主办方:中国化学会光化学专业委员会

共同主办:南昌大学

承办方:南昌大学化学学院

会议主题:光功能材料前沿

大会主席:吴骊珠

预计规模:300人

联系人:曹迁永

电子邮箱:cqyong@ncu.edu.cn

电 话:0791-83969514

会议内容:太阳能转化、光化学合成、发光材料、荧光探针及生物成像、超分子光化学、生物光化学、环境和大气光化学、理论光化学、光谱学、其他与光化学交叉的前沿学科。