

市售活菌型乳酸菌饮品的润肠通便性能研究

陈子腾¹, 沈佳彦¹, 单光扬², 吕希², 付绿峰², 郭祥旭², 王长莹³, 朱媛博^{3*}

¹济宁医学院临床医学院, 山东 济宁

²济宁医学院医学影像与检验学院, 山东 济宁

³济宁医学院基础医学院, 山东 济宁

收稿日期: 2026年2月3日; 录用日期: 2026年2月26日; 发布日期: 2026年3月6日

摘要

目的: 探究市面上活菌型乳酸菌饮品在销售过程中的活菌数, 以及是否具有调节肠道健康的功能。方法: 选取济宁地区广泛销售的三种活菌型乳酸菌饮品(分别为A饮品、B饮品和C饮品)为研究对象, 首先检测其保质期内的活菌数, 其次用三种饮品分别灌胃小鼠, 14天后, 以盐酸洛哌丁胺构建小鼠便秘模型, 通过测定小鼠小肠墨汁推进率、粪便含水量、血清胃肠调节肽含量和肠组织AQP3和5-HT的表达量等指标, 评价三种饮品的润肠通便性能。结果: 三种饮品在保质期内活菌数基本不变, 其中A饮品活菌数较B和C饮品少。C饮品显著提高便秘小鼠小肠推进率、小鼠血清P物质(SP)含量和肠组织AQP3的表达, 而A和B饮品未表现出显著促进作用。结论: 不同饮品在活菌数和润肠通便功能方面有所差异, 这为我们了解本地活菌型乳酸菌饮品市场和规范其销售提供理论基础。

关键词

活菌型乳酸菌饮品, 便秘, 润肠通便

Performance Study on Commercially Available Live Lactobacillus Beverages on the Bowel Regulation

Ziteng Chen¹, Jiyen Shen¹, Guangyang Shan², Xi Lyu², Lvfeng Fu², Xiangxu Guo², Changying Wang³, Yuanbo Zhu^{3*}

¹College of Clinical Medicine, Jining Medical University, Jining Shandong

²College of Medical Imaging and Laboratory, Jining Medical University, Jining Shandong

³College of Basic Medicine, Jining Medical University, Jining Shandong

Received: February 3, 2026; accepted: February 26, 2026; published: March, 6, 2026

*通讯作者。

文章引用: 陈子腾, 沈佳彦, 单光扬, 吕希, 付绿峰, 郭祥旭, 王长莹, 朱媛博. 市售活菌型乳酸菌饮品的润肠通便性能研究[J]. 食品与营养科学, 2026, 15(2): 167-174. DOI: 10.12677/hjfn.2026.152019

Abstract

Objective: To investigate the viable bacterial count in commercially available live *Lactobacillus* beverages during sales and assess their potential intestinal health-regulating functions. **Methods:** Three popular live *Lactobacillus* beverages (Brand A, B, and C) widely sold in Jining were selected. Their viable bacterial counts were determined within the shelf life. Mice were administered these beverages via gavage for 14 days. A constipation model was then induced using loperamide hydrochloride. The bowel regulation effects were evaluated by measuring intestinal ink propulsion rate, fecal water content, serum gastrointestinal regulatory peptide levels, and intestinal AQP3 and 5-HT expression. **Results:** All three beverages maintained stable viable bacterial counts throughout their shelf life, with Brand A exhibiting lower counts than Brands B and C. Brand C significantly enhanced intestinal propulsion rate, serum substance P (SP) levels, and intestinal AQP3 expression in constipated mice, while Brands A and B showed no significant effects. **Conclusion:** Significant differences exist in viable bacterial counts and bowel regulation efficacy among beverages, which establishes a theoretical basis for understanding the local market of live *Lactobacillus* beverages and regulating their sales in this region.

Keywords

Live *Lactobacillus* Beverage, Constipation, Bowel Regulation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

人体肠道内有益细菌和有害细菌共存，它们参与机体的营养吸收、免疫调节和神经信号传导等诸多功能[1]。有益菌和有害菌的平衡是维持宿主健康的关键因素，而两者失衡可能引发疾病，如肠易激综合症[2]、肥胖[3]和抑郁[4]等。据报道，通过人为补充有益菌的方式可以改善机体健康[5]-[7]。

乳酸菌是可发酵碳水化合物产生大量乳酸的细菌，多数为肠道有益菌。活菌型乳酸菌饮品是在以乳或乳粉为原料，加入糖、植物提取液等调制的乳饮料的基础上加入活性乳酸菌，达到每毫升饮料中活菌数量不少于 100 万个而制成的乳酸菌饮品。一般认为，活性乳酸菌被摄入后，进入消化道繁殖、产酸，发挥润肠通便、促进肠道健康的作用。近年来，随着我国乳品业发展，乳饮料的品种日益增多。目前，市面上活菌型乳酸菌饮品种类多元，价格不一，这些产品在销售过程中的活菌数如何，以及是否具有调节肠道健康的功能无法明确。便秘表现为肠道水分减少、肠动力不足，与功能性食品的润肠通便性能密切相关。许多研究显示通过使用微生物制剂可达到缓解便秘的作用[8]。本研究从济宁地区超市售卖的活菌型乳酸菌饮品中选择三种广泛销售的产品，分别命名为 A 饮品、B 饮品和 C 饮品，检测它们在保质期期间的活菌数，并以便秘小鼠为模型，评价其润肠通便性能，以期了解本地活菌型乳酸菌饮品市场提供理论基础。

2. 动物与仪器

2.1. 实验动物

雄性昆明鼠 18 只，6 周龄，购自济南朋悦实验动物繁育有限公司(生产许可证号：SCXK(鲁)20220006)。

清洁级饲养, 饲养温度 22℃~24℃, 湿度 40%~70%, 12 h 光照/12 h 黑暗循环照明。所有动物试验操作均按照济宁医学院伦理审查委员会章程进行(伦理审批号: JNMC-2023-DW-092)。

2.2. 材料及仪器

活菌型乳酸菌饮品 A 饮品、B 饮品和 C 饮品, 菌种皆为副干酪乳杆菌; MRS 肉汤培养基(青岛海博生物, HB0384-1); 盐酸洛哌丁胺(西安杨森制药有限公司); 活性炭(阿拉丁, 7440-44-0); 阿拉伯树胶粉(源叶, 9000-01-5); SP 酶联免疫检测试剂盒、SS 酶联免疫检测试剂盒(酶联生物); TRIzol® Reagent (Invitrogen, 182805); 引物(生工生物工程股份有限公司)。

酶标仪(BioTek CYTATION 5, 美国); 荧光定量 PCR 仪(Roche, LightCycler 480); 离心机(Thermo); 分析天平(上海良平仪器仪表有限公司); 鼓风干燥箱(上海博迅实业有限公司); 生化培养箱(上海精宏实验设备有限公司)。

3. 实验方法

3.1. 活菌计数

分别将 A、B、C 三种饮品进行梯度倍比稀释。取 10^{-4} ~ 10^{-7} 的 4 个稀释度的样品稀释液 1 mL 接种到装有 MRS 培养基的平板内, 放入生化培养箱中培养, 48~72 h 进行菌落计数。

3.2. 实验动物分组、造模及给药

小鼠适应一周后, 被随机分成 4 组: 造模组、A 饮品组、B 饮品组和 C 饮品组, 每组 3~5 只, 造模组灌胃生理盐水, 各饮品组每天灌胃等量对应的 A 饮品、B 饮品和 C 饮品, 持续 14 天。实验第 12 天和第 14 天给各组小鼠灌胃 0.2 mL 盐酸洛哌丁胺悬液(5 mg/kg b.w.), 上午、下午各一次, 构建便秘模型。

3.3. 小肠墨汁推进实验

墨汁配制: 将阿拉伯胶 5 g 与 40 mL 蒸馏水混合煮沸至澄清透明, 再与 2.5 g 活性炭粉混合均匀煮沸 3 次, 冷却, 蒸馏水定容至 50 mL, 置于 4℃ 冰箱保存, 备用。

实验第 15 天, 各组小鼠分别灌胃 10 mL/kg b.w. 墨汁, 20 min 后处死小鼠, 取小肠铺于白纸上, 用直尺分别测量小肠全长及自胃部下端幽门处到墨水运动前沿的距离, 并计算墨汁推进率:

$$\text{小肠推进率}/\% = \frac{\text{墨汁推进长度}(\text{cm})}{\text{小肠总长度}(\text{cm})} \times 100\%$$

3.4. 粪便含水量检测

实验第 13 天, 收集各组小鼠新鲜粪便, 称取粪便重量, 此为粪便湿重。将粪便于 110℃ 烘干 2 h, 随后转移至干燥箱中, 冷却至室温, 称取粪便重量, 此为粪便干重, 按照下列公式计算粪便含水量:

$$\text{粪便含水量}/\% = \frac{\text{粪便湿重} - \text{粪便干重}}{\text{粪便湿重}} \times 100\%$$

3.5. 胃肠调节肽检测

眼眶取血法收集小鼠血液, 4000 rpm 离心 15 min 后收集上清, 利用 ELISA 试剂盒检测小鼠血清中 P 物质(Substance P, SP)和生长抑素(Somatostatin, SS)的含量, 具体步骤参考试剂盒说明书。

3.6. 小鼠结肠组织 AQP3 和 5-HT 基因表达水平检测

取结肠组织, Trizol 法提取总 RNA, 逆转录成 cDNA, 采用实时荧光定量聚合酶链式反应(quantitative real-time polymerase chain reaction, qRT-PCR)来测定 AQP3 和 5-HT 的表达量。引物序列如表 1 所示。

Table 1. Primer sequence

表 1. 引物序列

引物名称	序列(5' to 3')
AQP3-F	GCCAAGGTAGGATAGCAAATAA
AQP3-R	TTGAAAACCTGGTCCCTTGC
5-HT-F	ATTTTGTGGTGTGCATGGCT
5-HT-R	GCTCCCTAGGCAGAGTATC
β -actin-F	CTGTGCCCATCTACGAGGGCTAT
β -actin-R	TTTGATGTCACGCACGATTCC

3.7. 统计分析

采用 GraphPad Prism 8 统计数据并绘制图表, 利用 one-way ANOVA 多重比较组间差异。数据以平均数 \pm 标准差(mean \pm SD)表示, $P < 0.05$ 表示差异显著。

4. 结果

4.1. 三种饮品在保质期内的菌数变化

根据商品标注, 三种饮品在 4°C 环境下可保存 30 天。我们选取冷藏的第 7、15 和 30 天对三种饮品取样, 检测其活菌数。结果如表 2 所示, 三种饮品在 30 天内菌数无显著变化, 说明菌存活性良好。同时, B 和 C 饮品的活菌数达到了 10^8 的级别, 而 A 饮品的活菌数为 10^7 左右, 说明不同产品所包含的活菌数有所差异。

Table 2. Viable bacterial counts of three beverages at different refrigeration periods

表 2. 三种饮品在不同冷藏期的活菌数

饮品	冷藏期(天)	菌数(cfu/mL)
A	7	3×10^7
	15	7×10^7
	30	2×10^7
B	7	5×10^8
	15	5×10^8
	30	4.5×10^8
C	7	9.8×10^8
	15	9.4×10^8
	30	5.4×10^8

4.2. 三种饮品对便秘小鼠小肠推进率的影响

为探究三种饮品的润肠通便功能,我们利用投喂盐酸洛哌丁胺的方式构建小鼠便秘模型。盐酸洛哌丁胺能抑制肠道平滑肌的收缩,减少肠蠕动,使肠内容物通过延迟[9]。与造模组相比,提前灌胃三种饮品的小鼠小肠推进率都有所升高,其中C饮品组呈现出显著差异(图1),说明C饮品可有效缓解便秘引起的肠蠕动减少。

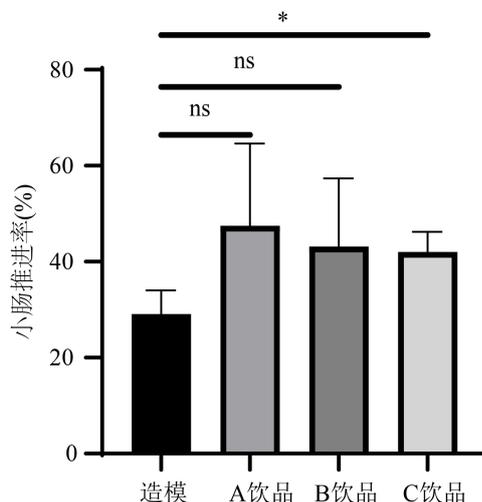


Figure 1. Effect of three beverages on small intestinal propulsion rate

图1. 三种饮品对小肠推进率的影响

4.3. 三种饮品对便秘小鼠粪便含水量的影响

便秘的产生除了肠道的动力异常外,还与肠内水分多少有关系。临床报道部分结肠传输功能正常的便秘患者,其便秘产生的主要原因是肠道内水分不足[10]。图2显示,小鼠灌胃三种饮品后,粪便含水量与造模组小鼠相比未呈现出显著性差异,说明饮用三种饮品对粪便含水量影响不大。

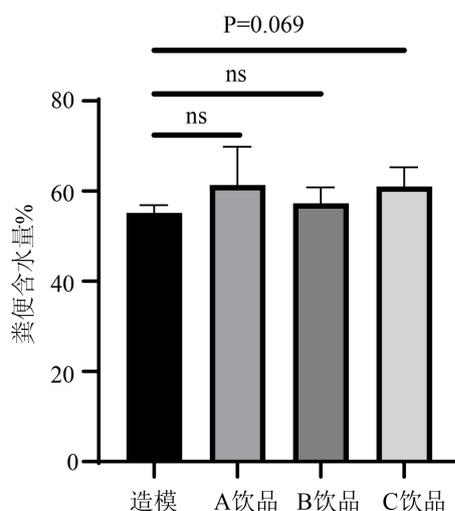


Figure 2. Effect of three beverages on fecal water content

图2. 三种饮品对粪便含水量的影响(* $P < 0.05$)

4.4. 三种饮品对便秘小鼠血清胃肠激素的影响

便秘相关的胃肠激素由胃肠道粘膜层和胰腺的内分泌细胞分泌，可调控胃肠道运动，具有兴奋性和抑制性两种，我们各选取其代表性的递质 P 物质(SP)和生长抑素(SS)进行检测。如图 3 所示，C 饮品组小鼠血清中 SP 含量显著高于造模组，而 A 和 B 饮品组与造模组无显著差别。与造模组相比，各饮品组小鼠血清 SS 含量有所降低，但差异未呈现出显著性。这些结果显示 C 饮品能显著上调兴奋性递质而下调抑制性递质，反映其具有促进胃肠道运动的功能。

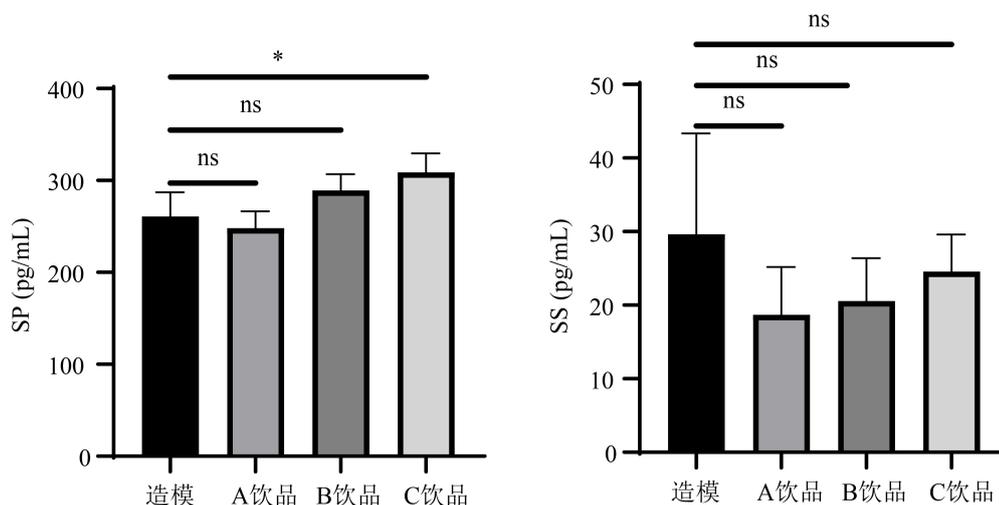


Figure 3. Effect of three beverages on serum gastrointestinal hormones SP (Substance P) and SS (Somatostatin) in mice

图 3. 三种饮品对小鼠血清胃肠激素 SP 和 SS 的影响(* $P < 0.05$)

4.5. 三种饮品对便秘小鼠结肠组织 AQP3 和 5-HT 转录水平的影响

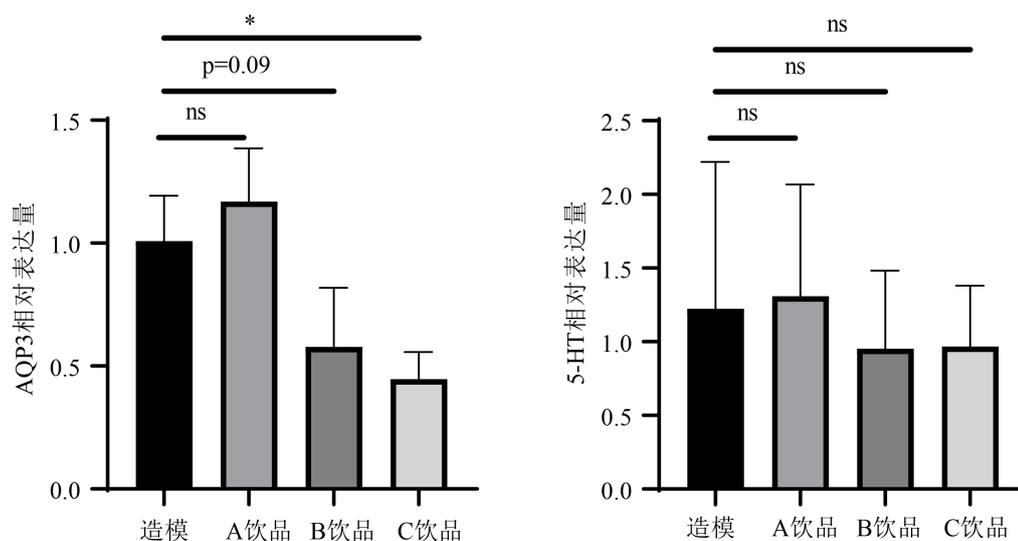


Figure 4. Effect of three beverages on the relative expression levels of AQP3 and 5-HT in colon tissue of constipated mice

图 4. 三种饮品对便秘小鼠结肠组织 AQP3 和 5-HT 相对表达量的影响(* $P < 0.05$)

水通道蛋白(aquaporin, AQP), 是一类广泛存在于体液吸收和分泌密切相关的上皮细胞和内皮细胞细胞膜上的, 具有特异孔道结构的跨膜蛋白。目前认为便秘的发生, 与 AQP 的表达异常导致肠道对水分的吸收过度或肠道粘液分泌减少有关, 目前研究较多与功能性便秘关系最密切的是 AQP3, 另外, 小鼠结肠 AQP3 的分布情况与人相似[11]。如图 4 所示, 与造模组相比, A 饮品组 AQP3 表达量与造模组接近, 而 B 饮品和 C 饮品组 AQP3 的相对表达量降低, 且 C 饮品组呈现显著差异($P < 0.05$)。5-HT 是肠道中重要的神经递质和旁分泌信号分子, 研究表明 5-HT 和相关受体参与了肠道运动、肠道分泌和内脏敏感性的调节[12][13]。由 5-HT 相对表达量结果显示, 与造模组相比, A、B、C 三组饮品未引起相对表达量的显著改变。

5. 讨论

本研究探究了市面上不同的活菌型乳酸菌饮品的产品性能, 其中三种饮品中包含的菌种皆为副干酪乳杆菌, 据报道, 副干酪乳杆菌能够改善肠道环境、维持菌群结构和提高机体免疫力, 且具有良好的发酵性能, 是常用的益生菌[14]。通过对济宁地区广泛销售的 3 种活菌型乳酸菌饮品进行检测, 发现菌数方面, 三种饮品的活菌数在货架期内都比较稳定, 但不同产品间总活菌数不同; 功能方面, C 饮品显著提高便秘小鼠小肠推进率、小鼠血清兴奋性递质 SP 含量和肠组织 AQP3 的表达。SP 能调节胃肠道收缩、消化道液体的分泌, 对维持和调节肠道运动有重要作用[15]。SP 含量增高可以促进胃肠道收缩, 从而改善便秘小鼠的排泄困难情况。而 AQP3 负责肠道上皮细胞对肠内水分的吸收, AQP3 表达量降低可减少肠道对水分的吸收, 避免肠道内容物过于干燥, 亦可改善便秘情况。综合来看, C 饮品能缓解小鼠的便秘程度, 有润肠通便的潜力, 而与 C 饮品相较, A 和 B 饮品对便秘的改善作用不显著, 说明不同饮品在润肠通便功能方面有所差异。这些结果增加了我们对本地活菌型乳酸菌饮品的了解, 也为进一步规范市场提供理论基础。

基金项目

济宁医学院高层次科研项目培育计划(JYGC2022KJ001)。

参考文献

- [1] 李璇, 武俊瑞, 张鹤男, 等. 双歧杆菌对机体肠道菌群稳态健康调控机制研究进展[J]. 中国乳品工业, 2024, 52(8): 33-39.
- [2] Zhai, L., Huang, C., Ning, Z., Zhang, Y., Zhuang, M., Yang, W., et al. (2023) *Ruminococcus gnavus* Plays a Pathogenic Role in Diarrhea-Predominant Irritable Bowel Syndrome by Increasing Serotonin Biosynthesis. *Cell Host & Microbe*, 31, 33-44.e5. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2022.11.006>
- [3] Bliedner, A., Eccles-Smith, J., Bates, C., Hayes, O., Ho, J.Y., Martins, C., et al. (2022) Impact of Food-Based Weight Loss Interventions on Gut Microbiome in Individuals with Obesity: A Systematic Review. *Nutrients*, 14, Article 1953. <https://doi.org/10.3390/nu14091953>
- [4] Jiang, W., Chen, J., Gong, L., Liu, F., Zhao, H., Yan, Z., et al. (2023) Microbiota-Derived Short-Chain Fatty Acids May Participate in Post-Stroke Depression by Regulating Host's Lipid Metabolism. *Journal of Psychiatric Research*, 161, 426-434. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2023.03.032>
- [5] 袁雪萍, 赵育瑾, 李先平, 等. 鼠李糖乳酪杆菌 HM126 调节小鼠肠道菌群及代谢物缓解过敏性鼻炎[J]. 食品科学, 2025, 46(14): 157-167.
- [6] 马春丽, 王海霞, 岳菊, 等. 复合益生菌粉对便秘小鼠润肠通便功能研究[J]. 中国乳品工业, 2025, 53(6): 5-14.
- [7] 王敬雯. 益生菌改善酸奶口感及调节肠道微生态的机制研究[J]. 食品安全导刊, 2025(18): 145-147.
- [8] 陈家伦, 黄桂霞, 甘聃. 复合乳杆菌对盐酸洛哌丁胺致慢传输型便秘小鼠的缓解作用[J]. 现代食品科技, 2022, 38(10): 71-78.
- [9] 谢建超, 吴国泰, 牛亨惠, 等. 便秘动物模型的复制概况及评价[J]. 实验动物科学, 2016, 33(5): 64-67, 70.

- [10] 周永学, 谢久彬. 通便玉蓉丸对小鼠排便作用及机制的研究[J]. 中华中医药杂志, 2014, 29(1): 243-245.
- [11] Silberstein, C., Kierbel, A., Amodeo, G., Zotta, E., Bigi, F., Berkowski, D., *et al.* (1999) Functional Characterization and Localization of AQP3 in the Human Colon. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, **32**, 1303-1313. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x1999001000018>
- [12] Margolis, K.G. and Gershon, M.D. (2016) Enteric Neuronal Regulation of Intestinal Inflammation. *Trends in Neurosciences*, **39**, 614-624. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2016.06.007>
- [13] Coates, M.D., Tekin, I., Vrana, K.E. and Mawe, G.M. (2017) Review Article: The Many Potential Roles of Intestinal Serotonin (5-Hydroxytryptamine, 5-HT) Signalling in Inflammatory Bowel Disease. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, **46**, 569-580. <https://doi.org/10.1111/apt.14226>
- [14] 张俊, 赵保堂, 杨富民. 副干酪乳杆菌的益生特性及其应用研究进展[J]. 包装与食品机械, 2019, 37(4): 47-52.
- [15] Huizinga, J.D., Martz, S., Gil, V., Wang, X., Jimenez, M. and Parsons, S. (2011) Two Independent Networks of Interstitial Cells of Cajal Work Cooperatively with the Enteric Nervous System to Create Colonic Motor Patterns. *Frontiers in Neuroscience*, **5**, Article 93. <https://doi.org/10.3389/fnins.2011.00093>