

Study on the Preparation of Ultrafine Powder of Ginseng and Effect on the Quality of Yogurt

Yali Yu¹, Feng Gao^{1*}, Tiehua Zhang¹, Yanbo Sun²

¹Department of Food Science and Engineering, College of Food science and Engineering, Jilin University, Changchun Jilin

²Technical and Quality center, Changchun Haoyue Halal Meat Industry Co. Ltd.

Chang chun Jilin

Email: *g_f@jlu.edu.cn

Received: Apr. 16th, 2017; accepted: Apr. 29th, 2017; published: Apr. 30th, 2017

Abstract

The ultrafine powder of ginseng was prepared and its particle size distribution was observed and yogurt was prepared with Ginseng ultra fine powder. The consistency of the particle size distribution of ultrafine ginseng powder was 0.713, and the yield of ginseng polysaccharide and saponin was (22.24 ± 0.03) and (6.89 ± 0.09) mg/l. In yoghurt, the addition of ABY-3 was 0.006%, the addition of ginseng ultra powder fine was 0.7%, and the addition of sugar was 6.5% which determined by response surface experiment.

Keywords

Ginseng, Ultra Fine Powder, Yogurt

人参超微粉制备及在酸奶应用研究

于亚莉¹, 高峰^{1*}, 张铁华¹, 孙研博²

¹吉林大学, 食品科学与工程学院食品科学与工程系, 吉林 长春

²吉林省长春皓月清真肉业股份公司, 集团技术质量中心体系管理部, 吉林 长春

Email: *g_f@jlu.edu.cn

收稿日期: 2017年4月16日; 录用日期: 2017年4月29日; 发布日期: 2017年4月30日

*通讯作者。

摘要

以人参为原料, 制备人参超微粉并观察其微观结构测定其粒径分布, 将其应用酸奶中。实验结果表明: 超微人参粉的粒径分布一致性为0.713, 同时其人参多糖和皂甙的浸出率分别为 (22.24 ± 0.03) 和 (6.89 ± 0.09) mg/l。通过响应面实验确定了其最优配方: 菌种ABY-3的添加量为0.006%、人参超微粉的添加量为0.7%、白砂糖的添加量为6.5%。

关键词

人参, 超微粉, 酸奶

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 前言

人参(*Panax ginseng* C. A. Mey.)属五加科(Araliaceae)人参属多年生草本植物的干燥根, 在我国有着悠久的药用历史[1]。主要含有人参皂甙、人参多糖、人参多肽及多种氨基酸、维生素、微量元素等, 具有增强免疫功能、抗氧化等众多的生物活性和药理作用[2] [3] [4]。

随着人们生活水平的日益提高, 乳制品作为一种公众普遍追求的具有高营养价值的产品, 成为更广泛群体的选择[5] [6] [7]。而酸奶作为乳制品的重要成员, 以其独特的风味和营养价值而备受消费者的青睐[8] [9]。酸奶是在鲜牛奶中加入辅助成分和乳酸菌经发酵后制得的一种发酵型乳制品, 不仅保留了牛奶的原有优点, 而且较牛奶更有利于人体吸收, 同时具有能够抑制人体肠道内有害微生物的生长、延年益寿等诸多生理功能[10] [11] [12]。

2012年国家卫计委在《关于批准人参(人工种植)为新资源食品的公告》(2012年第17号)中明确人参可以进入食品领域, 这为人参的应用开拓了更广的领域[7]。结合人参的营养价值与酸奶的生理功能, 筛选合适添加量的人参超微粉、益生菌 ABY-3 接种量、发酵条件等来制备人参有效成分得到综合利用的发酵乳, 开发具有自主知识产权的高端功能性发酵乳产品, 不仅对将进一步打开天然产物功效成分应用于发酵乳品的生产范围, 同时可以填补国内人参研究领域和人参产品生产领域该项产品的空白, 对促进我国人参产业的持续健康发展具有重要意义[12]。

2. 材料与方法

2.1. 材料与设备

2.1.1. 材料与试剂

人参(吉林省长白山地区, 移植山参, 3年期), ABY-3 菌种(丹麦科汉森有限公司), 纯牛奶(吉林广泽乳品有限公司, 市售), 蔗糖(上海山浦化工有限公司, 分析纯), 乙醇(北京化工厂, 体积分数 95%), 无水乙醇(北京化工厂, 分析纯), 氢氧化钠(北京化工厂, 分析纯), 蛋白胨, 牛肉膏, 酵母膏, 葡萄糖, 柠檬酸铵, 乙酸钠等均为分析纯。

2.1.2. 设备与仪器

万能粉碎机(北京中兴伟业仪器有限公司, FW200), 超微粉碎机(济南倍力粉体有限公司, WZJ6-BFM6), 扫描电子显微镜(日本 JEOL 公司, JSM-6700), 激光粒度仪(英国 Malven 公司, Mastersizer 3000), 生物安全柜(苏州净化设备有限公司, 05J02-C), 质构分析仪(美国 Brookfield 公司, CT-3), 粘度分析仪(美国 Brookfield 公司, DV-III)。

2.2. 实验方法

2.2.1. 人参超微粉的制备

选取干燥白参, 置于万能粉碎机中进行预粉碎至呈粉末状态, 分别过 100 目筛网、200 目筛网, 筛下物入超微粉碎机制得超微人参粉, 制得的超微粉塑料袋置于 4℃ 冰箱冷藏备用。

2.2.2. 人参超微粉的扫描电镜观察

在电镜载物板上均匀地铺上适量的人参超微粉, 镀上金膜后在扫描电子显微镜下进行观察其微观结构与颗粒状态。

2.2.3. 人参超微粉的粒径分布测定

称取适量人参超微粉, 无水乙醇作为分散剂, 磁力搅拌器搅拌均匀后超声分散 1 min, 然后放入比色皿中, 放入样品池, 用 Mastersizer 3000 激光粒度仪测定人参超微粉的粒度分布情况。

2.2.4. 人参超微粉的人参多糖含量测定

人参多糖含量的测定采用苯酚-硫酸法, 葡萄糖标准溶液的制备: 精密称取 0.1 g 葡萄糖标准品, 用蒸馏水溶解并定容至 100 ml 容量瓶中, 制备 1 mg/ml 的葡萄糖溶液; 苯酚溶液的制备: 准确量取苯酚 6 ml, 用蒸馏水定容至 100 ml, 制备 6% 的苯酚溶液(现配现用)。吸取浸出物样液 10 ml, 加无水乙醇 40 ml, 振摇均匀。4000 r/min 离心 10 min, 弃去上清液, 再加 80% 乙醇 40 ml, 同样条件下离心, 沉淀加适量蒸馏水溶解, 移至 50 ml 容量瓶, 定容 50 ml, 从中取出 1.0 ml, 稀释, 得到样品溶液; 分别吸取样品溶液 2.0 ml, 按标准曲线方法测定吸光度, 按回归方程计算其含量。

2.2.5. 人参超微粉的人参总皂苷含量测定

人参总皂苷含量的测定采用香草醛-硫酸法。标准溶液的配制: 精密称取 12.50 mg 人参皂苷 Re, 放入 25 mL 的容量瓶中, 甲醇溶解定容, 得到 0.50 mg/mL 标准品贮备液。香草醛溶液的配制: 精密称取香草醛 8 mg, 蒸馏水定容 100 ml (现配现用)。77% 的硫酸溶液配制: 冰水浴向装有 23 ml 蒸馏水的烧杯中缓慢加入 77 ml 的浓硫酸, 制备得到 77% 的硫酸溶液。水饱和正丁醇的配制: 将正丁醇和蒸馏水混合 (1: 1), 振摇, 混匀, 放置过夜。吸取浸出物滤液 10 ml, 加入无水乙醇 40 mL, 用玻璃棒反复搅拌, 残渣用无水乙醇洗涤数次后弃去, 合并乙醇提取液, 水浴蒸发至干, 加水 10 mL, 将样品加入分液漏斗中, 再加入 30 mL 水饱和的正丁醇, 然后充分振摇 30 min, 静置 30 min, 重复 3 次, 合并萃取液, 减压蒸干, 用甲醇定容到 10 mL 容量瓶中得样品溶液。按照标准曲线的方法进行测定人参总皂苷的吸光度值, 按回归方程计算其含量。

2.2.6. 人参超微粉酸奶的制备与实验设计

将人参超微粉以不同添加量加入鲜牛奶中, 95℃ 下灭菌 10 min, 冷却 43℃ 接入发酵剂, 43℃ 培养箱中发酵培养 4 h, 将其置于 4℃ 冰箱中后发酵 24 h, 待检。

1) 人参超微粉酸奶理化指标测定方法

pH 的测定: 将样品从 4℃ 冰箱中取出, 放置 5 min 后, 采用 PHS-3C 雷磁 pH 计测定。实验平行三

次，求平均值。

黏度的测定：将样品从 4℃ 冰箱中取出，放置 5 min 后，采用黏度分析仪测定样品黏度值。选用 T-F 号转子在转速为 100 r/min 的条件下测定 1 min，每 1 s 取值一次，并绘制黏度曲线，实验平行三次，求平均值。

质构的测定：将样品从 4℃ 的冰箱中取出后，放置 5 min，采用质构仪测定样品的质构特性。选用 TA4/1000 探头，测试距离为 10 mm，触发点负载为 4.5 g，下压速度为 1 mm/s。实验平行三次，求平均值。

2) 益生菌菌落计数

嗜酸乳杆菌测定：测定嗜酸乳杆菌使用改良后的 MRS-IM 培养基，另制备 20% 的麦芽糖溶液，分别经过 121℃，15 min 灭菌后冷却至 $47 \pm 1^\circ\text{C}$ 。将麦芽糖溶液加入培养基中，调整 pH 至 6.9 ± 0.1 备用。将涂布好样品的培养皿在 37℃ 有氧条件下培养 3 d，进行菌落计数。

双歧杆菌的测定：测定双歧杆菌使用改良后的 MRS-IM 培养基，另需分别配制 20% 的葡萄糖溶液；A 准备液：双氯西林 0.005 g 定容至 50 ml；B 准备液：LiCl 1 g 加入蒸馏水 9 g；C 准备液：盐酸半胱氨酸 5 g 定容至 50 ml。分别经过 121℃，15 min 灭菌后冷却至 $47^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 。再加入麦芽糖溶液、5 ml A 准备液、10 ml B 准备液、5 ml C 准备液于培养基中，调整 pH 至 6.9 ± 0.1 备用。将涂布好样品的培养皿在 37℃ 厌氧条件培养 3 d，进行菌落计数。

3) 不同因素对酸奶品质影响的单因素与响应面实验设计

① 单因素实验设计

菌种添加量的筛选：发酵菌种选择科汉森公司 ABY-3(含保加利亚乳杆菌、嗜热链球菌、嗜酸乳杆菌和双歧杆菌)，43℃ 条件下进行接种量单因素实验，接种比例(%)为 0.002、0.004、0.006、0.008、0.010，接种后统一发酵，对以上五种不同比例接种量的人参酸奶进行 pH 值，黏度、质构和益生菌活菌菌落总数的测定，综合分析确定人参酸奶的最佳菌种接种量。

人参超微粉添加量的筛选：选择超微人参粉，在接种量和辅料添加量一定、加工工艺相同的条件下，进行超微人参粉添加量的筛选，超微人参粉的添加比例(%)为 0.02、0.04、0.06、0.08、0.10，在 43℃ 条件下进行发酵至凝乳，分别对添加不同比例超微人参粉的人参酸奶进行 pH 值、黏度、质构和益生菌活菌菌落总数的测定，综合分析超微人参粉最佳添加量。

白砂糖添加量的筛选：在接种量、超微人参粉、其他辅料添加量一定、加工工艺相同的条件下，对白砂糖的添加量进行筛选，筛选的添加比例(%)为 5、6、7、8、9，在 43℃ 条件下进行发酵至凝乳，分别对添加不同比例白砂糖的人参酸奶进行 pH 值、黏度、质构和益生菌活菌菌落总数的测定，综合分析白砂糖的最佳添加量。

② 响应面实验设计

在单因素的实验基础上，选择 ABY-3 添加量、超微人参粉添加量、白砂糖的添加量作为实验因素，以 pH 值、益生菌活菌菌落总数为衡量指标，进行 Box-Behnken 实验设计，确定人参酸奶的最优配方，因素水平编码见表 1。

3. 结果与讨论

3.1. 人参超微粉的扫描电镜

人参超微粉扫描电镜观察如图 1 所示，可以看出超微粉的颗粒及其细小最小，颗粒大小分布均匀，颗粒数量多，其后续实验结果提示细胞壁已被部分破坏。

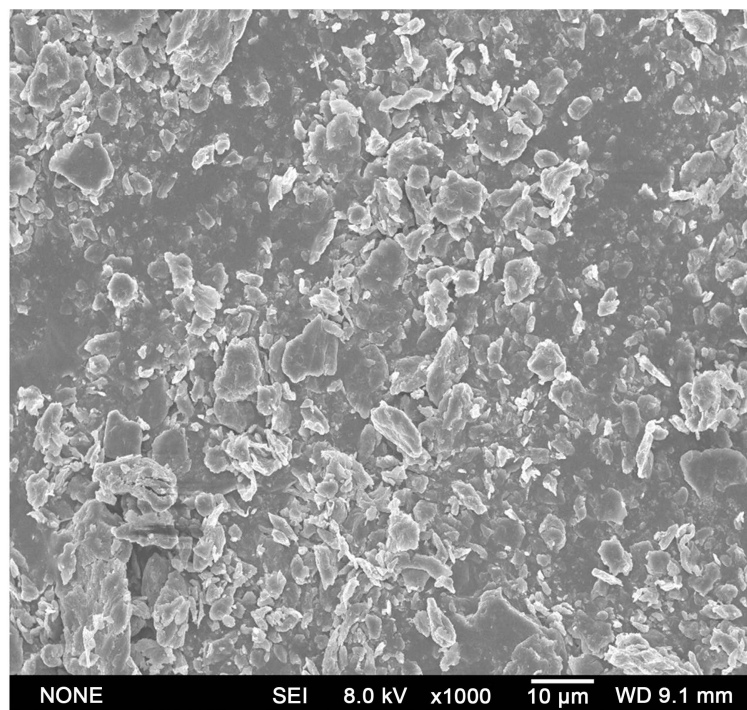


Figure 1. The semof ginseng ultrafine powder

图 1. 人参超微粉扫描电镜

Table 1. The optimal recipe of ginseng yogurt

表 1. 人参酸奶的最优配方

因素	水平		
	-1	0	1
ABY-3 添加量% (X_1)	0.004	0.006	0.008
超微人参粉添加量% (X_2)	0.04	0.06	0.08
白砂糖添加量% (X_3)	6	7	8

3.2. 人参超微粉的颗粒粒径分布

人参超微粉的颗粒粒径分布情况如表 2 所示，从表中可以看出 90% 颗粒粒径位于 $27.469 \pm 0.14 \mu\text{m}$ ，颗粒细度极好，同时，经超微粉碎的人参粉的粒径分布一致性达到了 0.713，其粒度分布极窄，粒度均匀性好，同时分布峰型为单峰分布粒度分布集中。

3.3. 人参超微粉人参多糖与总皂苷的溶出情况

人参超微粉人参多糖与总皂苷的溶出情况如表 3 所示，超微人参粉的人参多糖溶出率达到 $22.24 \pm 0.03 \text{ mg/L}$ ，采用紫外分光光度计测定其 490 nm 处的吸光度值，对照上表葡萄糖标准曲线及所其线性方程 $Y = 0.0696X - 0.0086$ ($R^2 = 0.9995$) 测定多糖浓度，可以看出超微人参粉的多糖含量要显著本实验中制备的 100 目和 200 M 目两种人参微粉。人参总皂苷的溶出率达到 $6.89 \pm 0.09 \text{ mg/L}$ 。采用紫外分光光度计测定其 544 nm 处的吸光度值，对照人参皂苷标准曲线及所得到的线性方程 $Y = 0.07858X - 0.02991$ ($R^2 = 0.99808$) 测定人参总皂苷浓度，对比不同粒径的人参粉总皂苷含量差异不显著 ($p > 0.05$)，三者的总皂苷浓度都集中在 6 mg/L 左右。

Table 2. The distribution of ginseng powder in different particle size**表 2.** 人参超微粉的颗粒分布(μm)

样品	D (0.1)	D (0.5)	D (0.9)	一致性	峰形
超微人参粉	4.244 ± 0.04	13.45 ± 0.03	27.469 ± 0.14	0.713	单

Table 3. Dissolution of polysaccharides and ginsenosides**表 3.** 人参多糖与总皂苷溶出情况

样品	人参多糖的含量(mg/L)	人参总皂苷的含量(mg/L)
100 目	8.55 ± 0.16	5.91 ± 0.14
200 目	18.16 ± 0.06	6.34 ± 0.04
超微人参粉	22.24 ± 0.03	6.89 ± 0.09

3.4. 人参酸奶单因素及响应面设计实验结果

3.4.1. 单因素实验结果

1) 菌种添加量对人参酸奶的理化指标的影响

① 菌种添加量对人参酸奶 pH 值的影响

ABY-3 不同添加量随着发酵时间的增加对人参酸奶 pH 值的影响如图 2 所示。由图可以看出, ABY-3 的不同添加量随着发酵时间的增加都使得人参酸奶发酵过程中的 pH 值呈现下降的趋势, 当发酵时间达到 7 h 后 pH 值降低呈现不显著($p > 0.05$)。不同接种量发酵相同时间其 pH 值呈现显著性差异($p < 0.05$), 其中当 ABY-3 添加量为 0.002% 时, 发酵 7 h 左右酸奶 pH 值才达到 4.6 以下, ABY-3 添加量为 0.004% 时, 发酵 6 h 左右酸奶 pH 值达到 4.6 以下, ABY-3 添加量为 0.006% 时, 发酵 5 h 左右酸奶 pH 值达到 4.6 以下, ABY-3 添加量为 0.008% 和 0.01% 时, 发酵 4.5 h 左右酸奶 pH 值都达到 4.6 以下; 随着菌种接种量的增加, 人参酸奶 pH 值达到 4.6 以下的时间就相应减少, 结合成本分析, 可以确定 0.006% 和 0.008% 为较合适的添加量。

② 菌种添加量对人参酸奶黏度的影响

由图 3 可以看出, 随着 ABY-3 添加量的增加人参酸奶的黏度呈现先上升后下降的趋势, 当 ABY-3 添加量为 0.004% 和 0.006% 时, 黏度变化不显著($p > 0.05$), 两者黏度值与其他接种量的黏度值呈现显著性差异($p < 0.05$), 均大于其他接种量的黏度值, 因此可以筛选 0.004% 和 0.006% 为合适添加量。

③ 菌种添加量对人参酸奶质构的影响

ABY-3 的不同添加量对人参酸奶质构的影响如图 4 所示。由图 4 可以看出, ABY-3 的不同添加量对人参酸奶的硬度变化影响成显著性差异($p < 0.05$), 对人参酸奶的粘力、粘性、弹力的影响不显著($p > 0.05$)。人参酸奶的硬度随着的增加呈现先增大后减小的趋势; 当 ABY-3 添加量为 0.006% 时, 其硬度值最大, 因此, 可以筛选 0.006% 为合适添加量。

④ 菌种添加量对人参酸奶益生菌菌落数的影响

ABY-3 的不同添加量对人参酸奶益生菌活菌菌落数的影响如图 5 所示。由图 5 可以看出, 人参酸奶中益生菌活菌菌落数与其接种量有着最直接的关系。随着接种量的增加, 双歧杆菌活菌数变化不显著($p > 0.05$), 嗜酸乳杆菌活菌菌落数变化呈现显著性差异($p < 0.05$), 随着添加量的增加, 嗜酸乳杆菌的活菌菌落总数呈现先增加后不变的趋势, 当添加量达到 0.006% 时其活菌数达到最大, 与添加量为 0.008% 和 0.01% 差异不显著($p > 0.05$)。因此, 可以筛选 0.006% 为合适接种量。

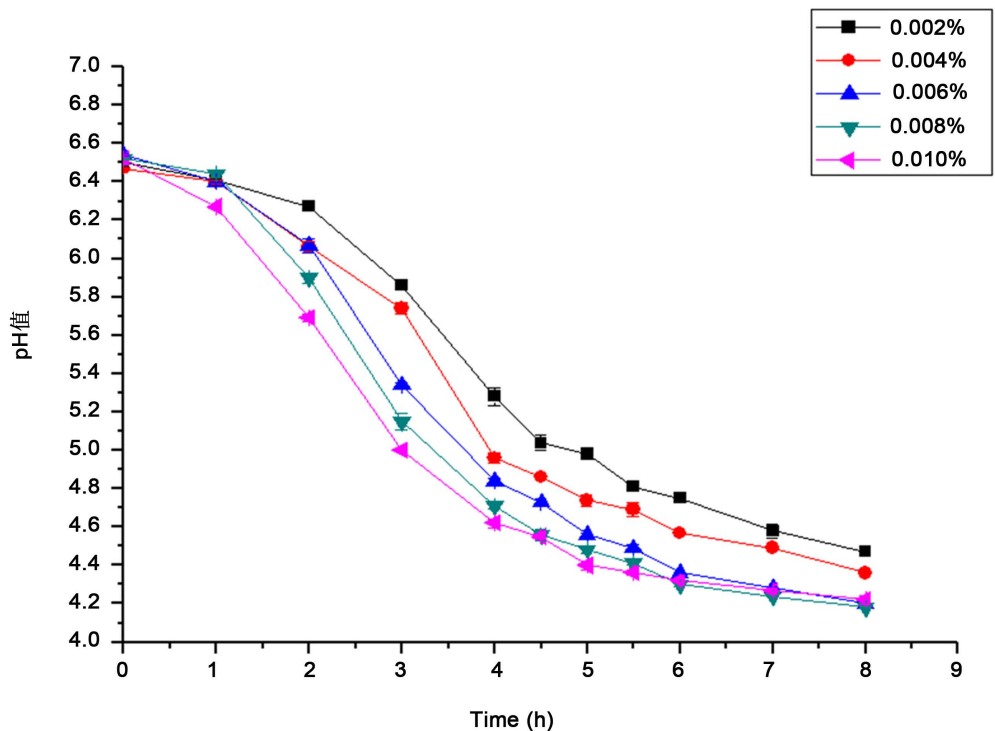


Figure 2. Effect of different amounts of ABY-3 on pH value
图 2. ABY-3 的添加量对人参酸奶的 pH 值的影响

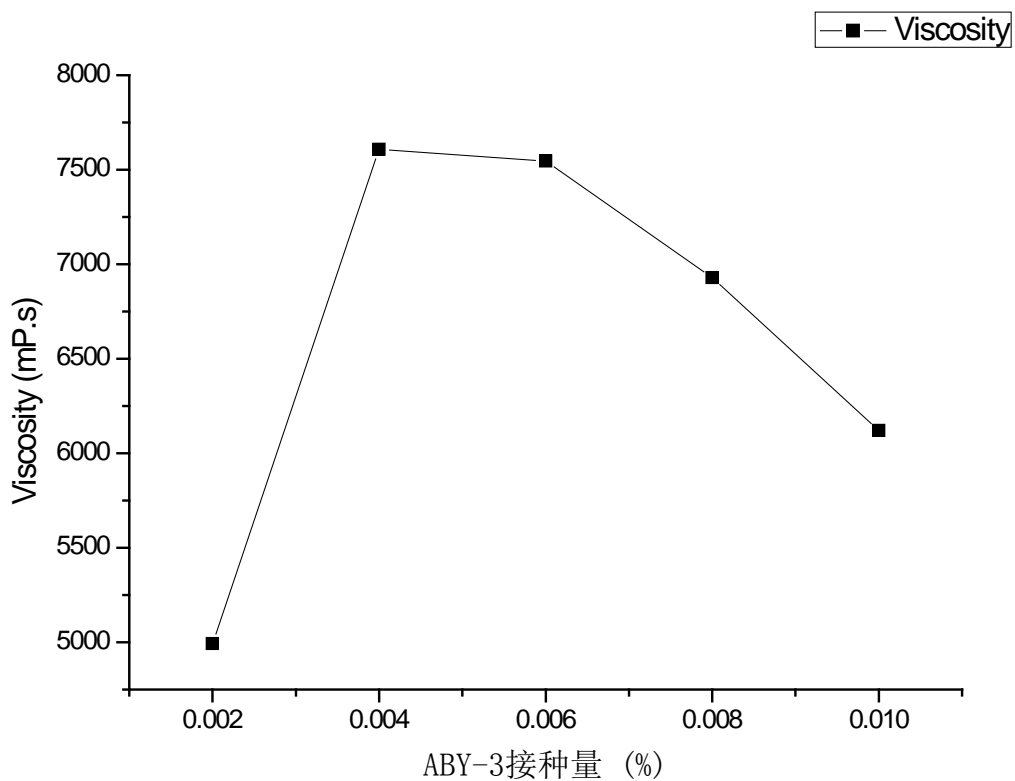


Figure 3. Effect of different amounts of ABY-3 on viscosity
图 3. ABY-3 添加量对人参酸奶黏度的影响

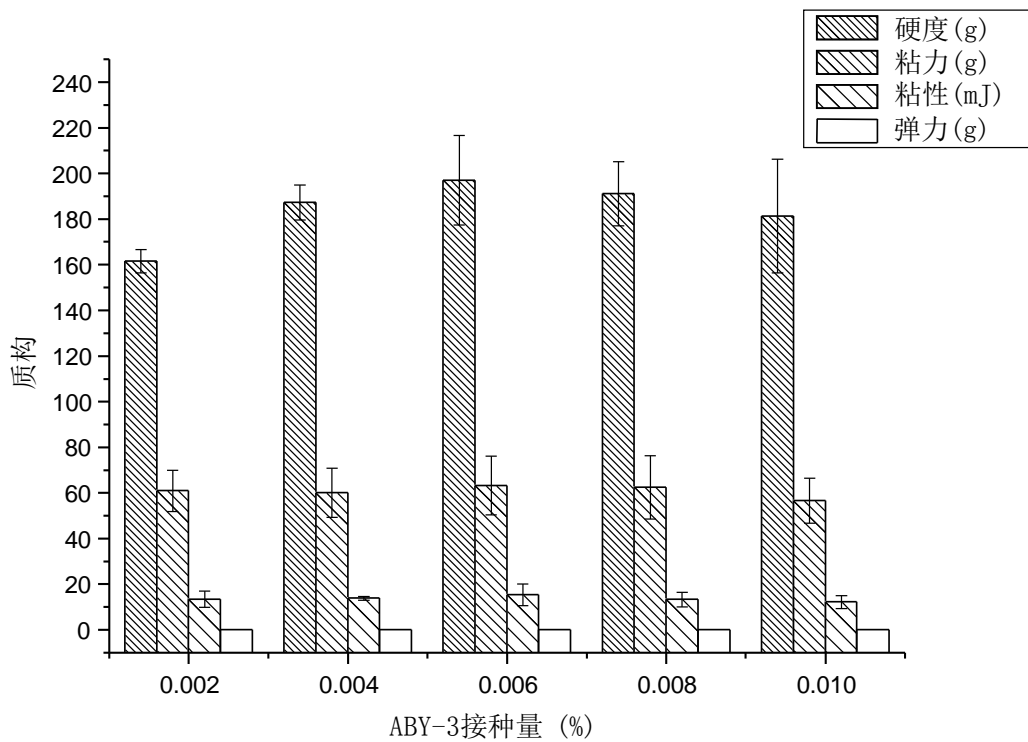


Figure 4. Effect of different amounts of ABY-3 on the texture
图 4. ABY-3 不同添加量对人参酸奶质构的影响

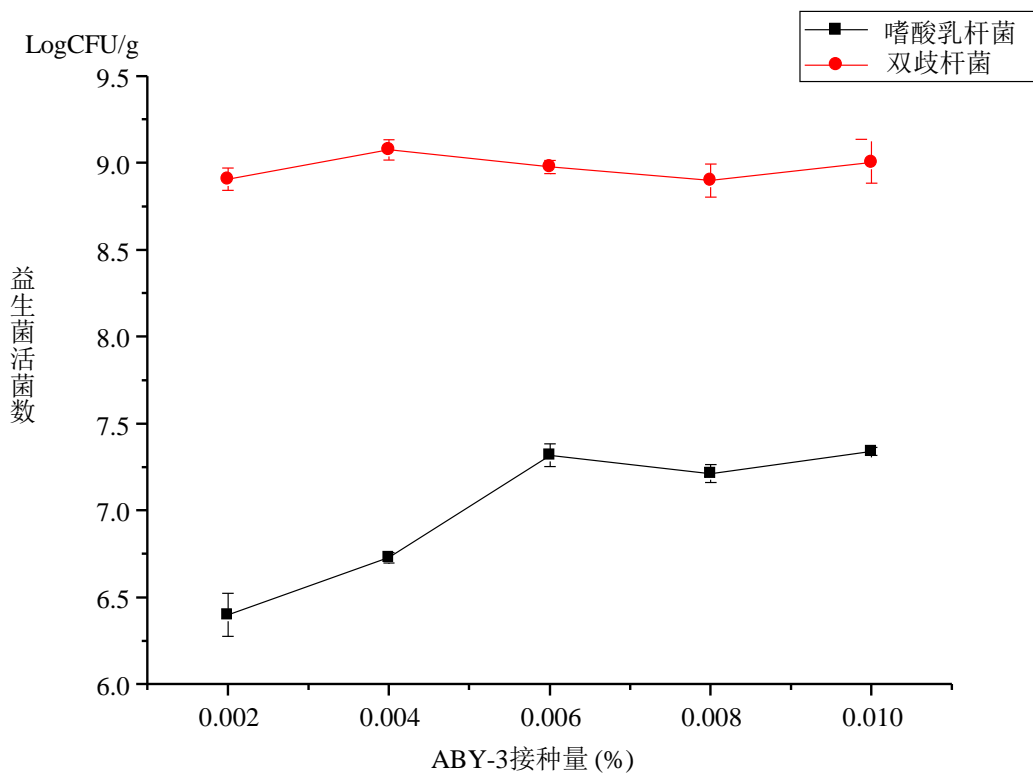


Figure 5. Effect of different amounts of ABY-3 on the total counts of probiotic
图 5. ABY-3 不同添加量对人参酸奶益生菌活菌菌落数的影响

结合以上测定不同接种量制备的人参酸奶的 pH 值、黏度、质构、益生菌菌落数和感官评定结果，可以得到接种量为 0.006% 时，制备得到的人参酸奶的理化特性和感官特性最佳，因此单因素实验确定 ABY-3 的添加量为 0.006%。

2) 人参超微粉添加量对人参酸奶的理化指标的影响

① 人参超微粉添加量对人参酸奶 pH 的影响

由图 6 可以看出，随着超微人参粉添加量的增加，人参酸奶的 pH 值呈现先减小后不变的趋势。当添加量为 0.6% 时，人参酸奶的 pH 值最小。由此可以看出，添加适量的人参粉可以促进酸奶的发酵，使其达到理想的凝乳状态。

② 人参粉添加量对人参酸奶黏度的影响

超微人参粉的添加量对人参酸奶黏度的影响如图 7 所示。由图 7 可以看出，当超微人参粉添加量为 0% - 0.4% 时，黏度变化显著 ($p < 0.05$)，超过 0.4% 时，其黏度值变化不显著 ($p > 0.05$)，当添加量超过 0.4% 和 0.6% 时，黏度值较高。

③ 人参粉添加量对人参酸奶质构的影响

超微人参粉的添加量对人参酸奶质构的影响如图 8 所示。由图可以看出，超微人参粉的不同添加量对人参酸奶的硬度和粘力变化影响成显著性差异 ($p < 0.05$)，对人参酸奶粘性、弹力的影响不显著 ($p > 0.05$)。人参酸奶的硬度随着超微人参粉的增加呈现降低的趋势。

④ 人参粉添加量对人参酸奶益生菌活菌菌落数的影响

超微人参粉的添加量对人参酸奶益生菌活菌菌落数的影响如图 9 所示。由图可以看出，随着人参粉添加量的增加，嗜酸乳杆菌活菌菌落总数变化不显著，双歧杆菌活菌菌落总数呈现先上升后下降的趋势，同时两者都达到了国标要求的 10^6 以上。表明适量添加超微人参粉可以促进益生菌的生长。

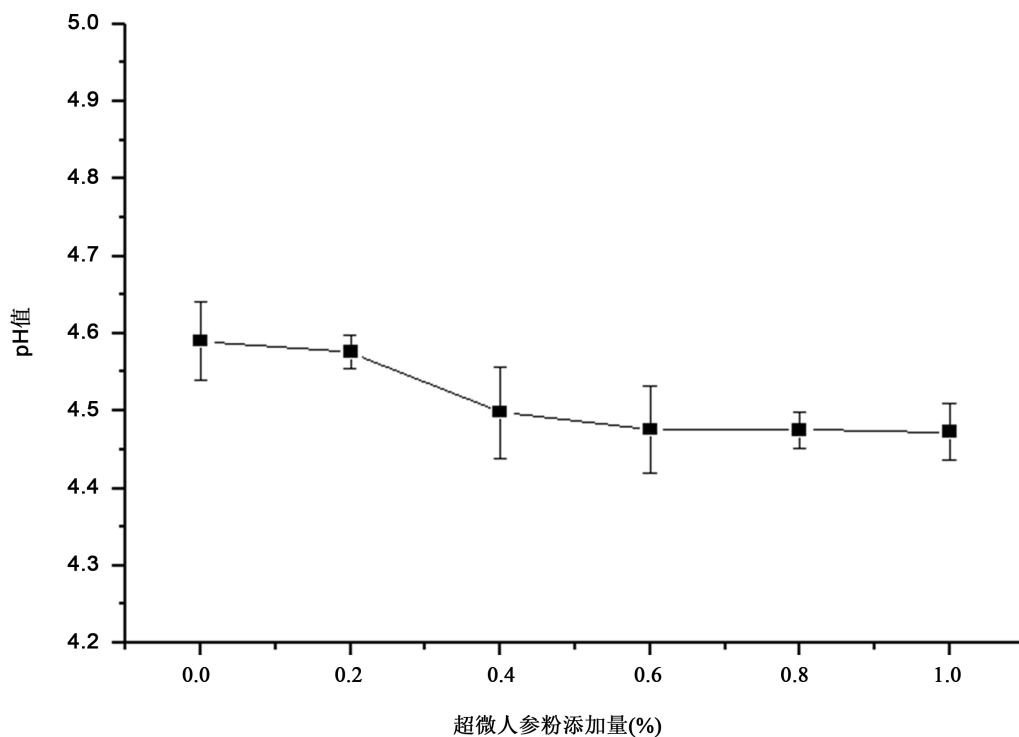


Figure 6. Effect of different amounts of ginseng ultrafine powder on the pH value

图 6. 超微人参粉的添加量对人参酸奶 pH 的影响

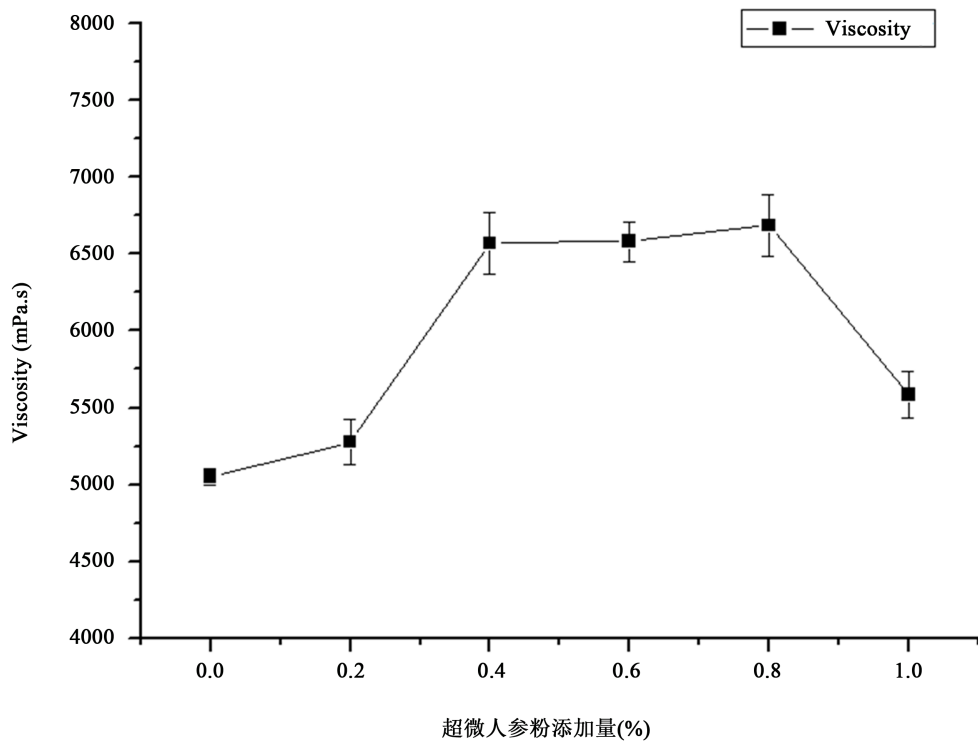


Figure 7. Effect of different amounts of ginseng ultrafine powder on the viscosity
图 7. 超微人参粉的添加量对人参酸奶黏度的影响

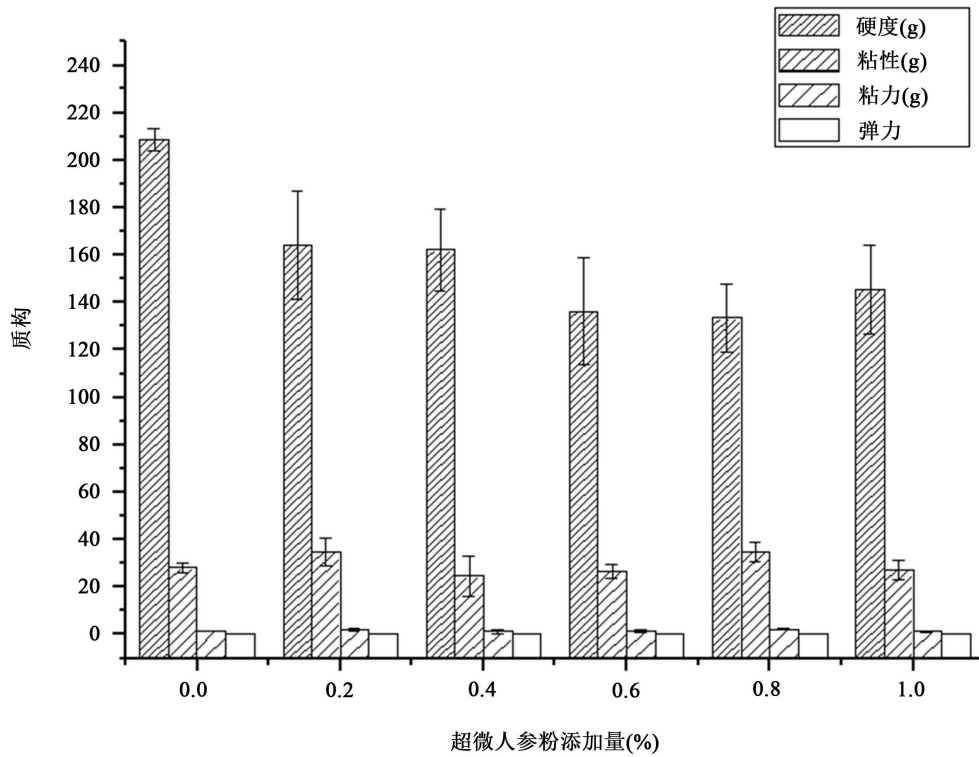


Figure 8. Effect of different amounts of ginseng ultrafine powder on the texture
图 8. 超微人参粉的添加量对人参酸奶质构的影响

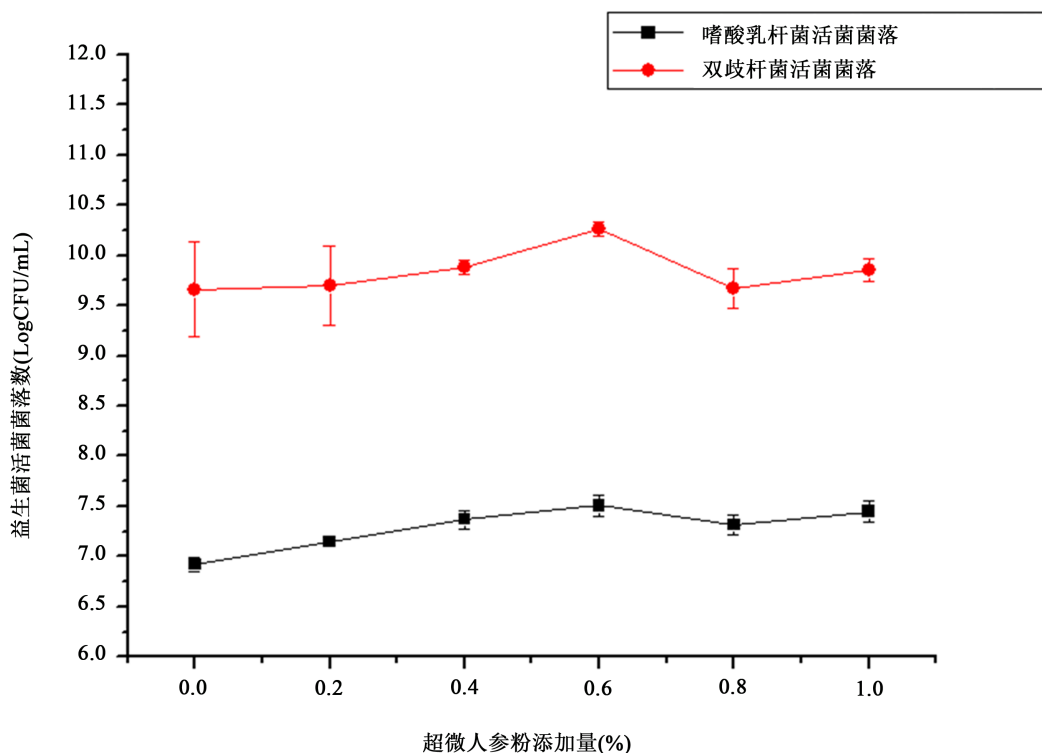


Figure 9. Effect of different amounts of ginseng ultrafine powder on the total counts of probiotic
图 9. 超微人参粉的添加量对人参酸奶益生菌活菌菌落数的影响

3) 白砂糖添加量对人参酸奶的理化指标的影响

① 白砂糖添加量对人参酸奶 pH 的影响

白砂糖的添加量对人参酸奶 pH 值的影响如图 10 所示。由图 10 可以看出, 随着白砂糖添加量的增加, 人参酸奶 pH 值呈现先减小后增大的趋势($p < 0.05$)。当白砂糖添加量为 7% 时, pH 值最低。可能是由于白砂糖添加量的增大抑制了菌种的发酵, 因此选择适量的白砂糖对于人参酸奶的发酵具有重要意义。

② 白砂糖添加量对人参酸奶黏度的影响

白砂糖的添加量对人参酸奶黏度的影响如图 11 所示。由图 11 可以看出, 随着白砂糖添加量的增加, 人参酸奶黏度先减小后不变的趋势。当添加量为 8% 和 9% 时, 其黏度不显著($p > 0.05$)。

③ 白砂糖添加量对人参酸奶质构的影响

白砂糖的添加量对人参酸奶质构的影响如图 12 所示。由图 12 可以看出, 白砂糖的不同添加量对人参酸奶的硬度和粘力变化影响成显著性差异($p < 0.05$), 对人参酸奶粘性、弹力的影响不显著($p > 0.05$)。

④ 白砂糖添加量对人参酸奶益生菌菌落数的影响

白砂糖的添加量对人参酸奶益生菌活菌数的影响如图 13 所示。由图 13 可以看出, 随着白砂糖添加量的增加, 嗜酸乳杆菌活菌菌落数的变化不显著, 而双歧杆菌的活菌菌落数呈现显著性差异, 可能是由于较高的白砂糖抑制了双歧杆菌的生长。

3.4.2. 响应面实验结果

根据单因素实验结果, 以 ABY-3 添加量(X_1)、超微人参粉添加量(X_2)、白砂糖添加量(X_3)为影响因子进行 Box-Behnken 实验设计, 具体结果如下:

以 pH 值(Y_1)为响应值, 利用 Design-Expert 8.0 程序对 pH 值结果进行回归分析, 得出回归方程为:

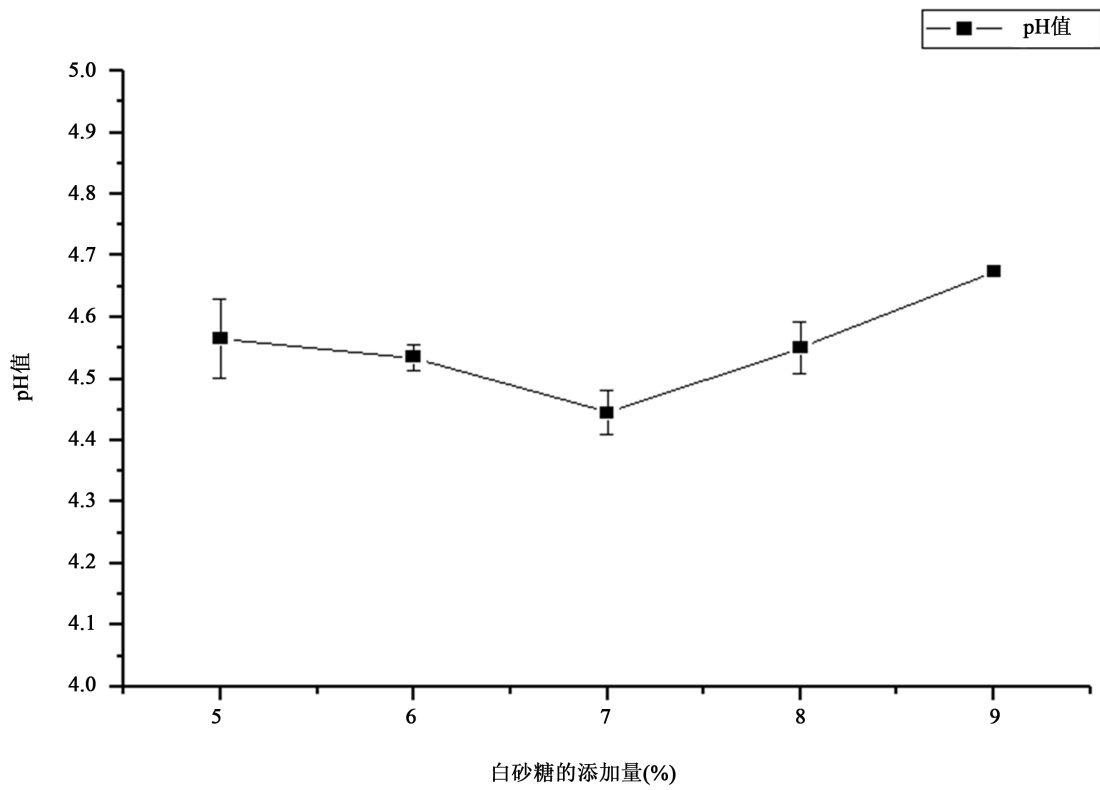


Figure 10. Effect of different amounts of sugar on the pH value

图 10. 白砂糖的添加量对人参酸奶 pH 值的影响

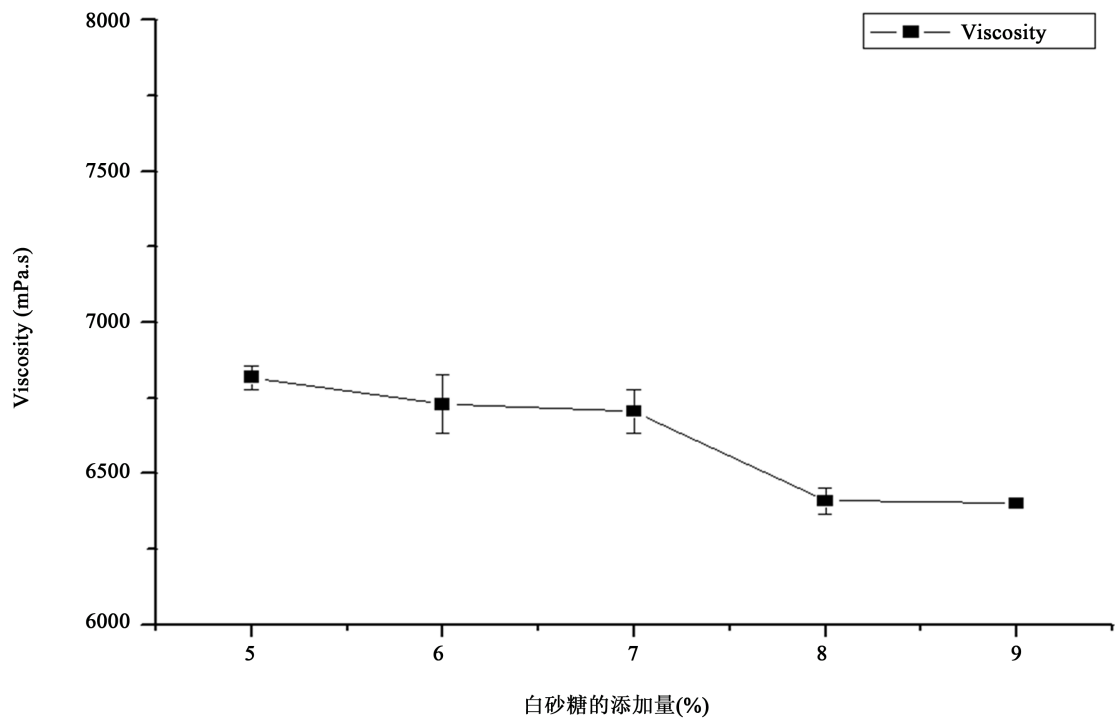


Figure 11. Effect of different amounts of sugar on the viscosity of ginseng yoghurt

图 11. 白砂糖的添加量对人参酸奶黏度的影响

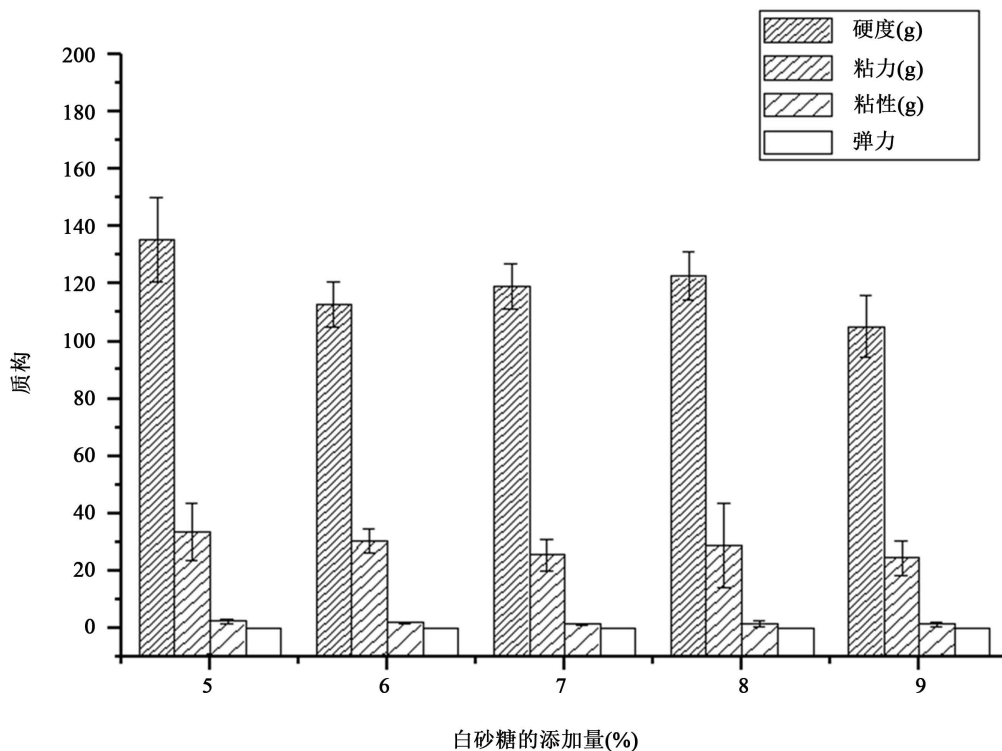


Figure 12. Effect of different amounts of sugar on the texture

图 12. 白砂糖的添加量对人参酸奶质构的影响

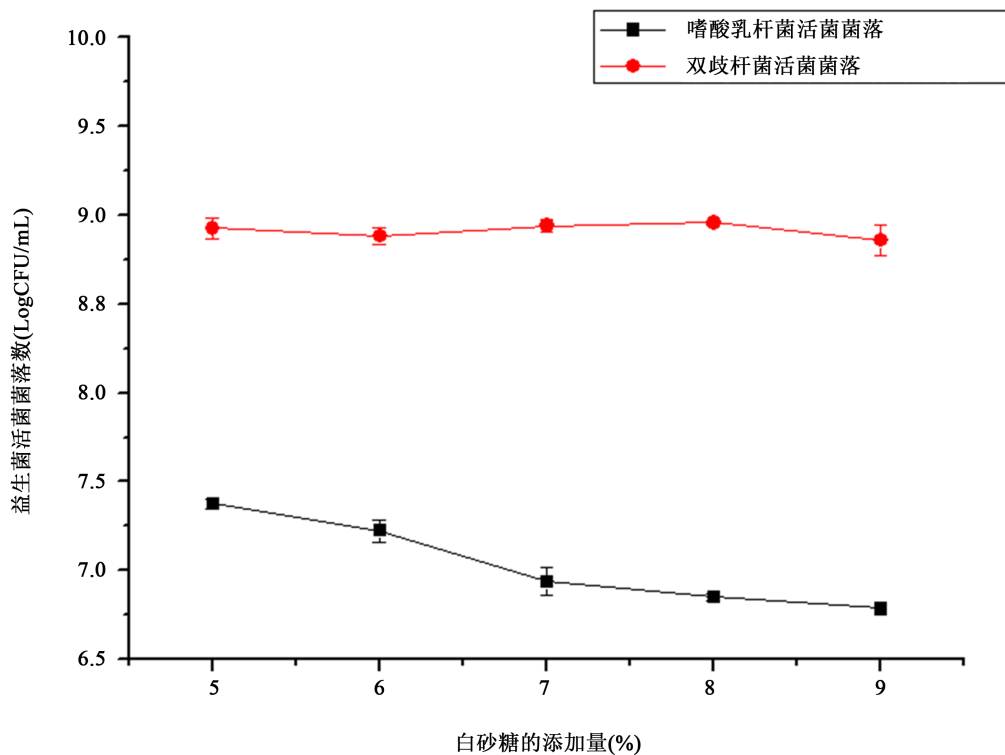


Figure 13. Effect of different amounts of sugar on the total counts of probiotic

图 13. 白砂糖的添加量对人参酸奶益生菌活菌数的影响

$$Y_1 = +4.47 - 0.090 * X_1 - 0.052 * X_2 + 0.028 * X_3 + 0.020 * X_1 * X_2 - 0.005 * X_1 * X_3 - 0.015 * X_2 * X_3 + 0.042 * X_1^2 + 0.037 * X_2^2 + 0.057 * X_3^2$$

以嗜酸乳杆菌活菌菌落数(Y_2)为响应值, 利用 Design-Expert 8.0 程序对 pH 值结果进行回归分析, 得出回归方程为:

$$Y_2 = 7.63 + 0.12 * X_1 + 0.062 * X_2 - 0.011 * X_3 - 0.0058 * X_1 * X_2 + 0.0093 * X_1 * X_3 + 0.0073 * X_2 * X_3 - 0.040 * X_1^2 - 0.053 * X_2^2 - 0.055 * X_3^2$$

以双歧杆菌(Y_3)为响应值, 利用 Design-Expert 8.0 程序对 pH 值结果进行回归分析, 得出回归方程为:

$$Y_3 = +9.11 + 0.21 * X_1 + 0.15 * X_2 - 0.072 * X_3 - 0.035 * X_1 * X_2 + 0.012 * X_1 * X_3 + 0.028 * X_2 * X_3 - 0.14 * X_1^2 - 0.12 * X_2^2 - 0.15 * X_3^2$$

其中: Y_1 为 pH 值, Y_2 嗜酸乳杆菌活菌数, Y_3 为双歧乳杆菌活菌数, X_1 、 X_2 、 X_3 分别为 ABY-3 添加量、超微人参粉添加量、白砂糖添加量。

通过软件分析并综合三个模型组, 可以看出 ABY-3 的添加量、超微人参粉添加量、白砂糖添加量都对 pH 值和双歧乳杆菌影响较大, ABY-3 添加量和超微人参粉添加量对嗜酸乳杆菌影响较大, 由统计分析可知, pH 值在 ABY-3 添加量在 0.005%~0.007%、超微人参粉添加量在 0.65%~0.75% 时 pH 值最小、嗜酸乳杆菌和双歧杆菌活菌菌落数最大, 在这两个因素共同作用下, pH 值达到 4.41 左右, 嗜酸乳杆菌活菌菌落数达到 10^7 , 双歧乳杆菌活菌菌落数达到 10^9 。

利用 Design-Expert 8.0 程序处理得到最佳工艺参数为: ABY-3 添加量为 0.006%、超微人参粉添加量为 0.7%, 白砂糖添加量为 6.5%, 得到 pH 值达到 4.41。

4. 结论

通过单因素实验, 研究了菌种接种量、超微人参粉添加量、白砂糖添加量对人参酸奶制备过程中 pH 值变化、黏度、质构、益生菌活菌菌落数的影响, 在单因素的基础上, 选择接种量、超微人参粉添加量、白砂糖添加量为三个因素, 以 pH 值、嗜酸乳杆菌和双歧杆菌活菌菌落数为响应值进行响应面实验, 确定了人参酸奶的最佳配方为: 接种量 0.006%、超微人参粉添加量为 0.7%, 白砂糖添加量为 6.5%。

致 谢

本文研究工作得到了吉林省科技厅支持(编号 20140204048NY) (编号 20140203020NY)在此表示感谢。

基金项目

吉林省科技厅项目(20140204048NY, 20140203020NY)。

参考文献 (References)

- [1] 张均田. 人参研究的最新进展[J]. 江苏大学学报(医学版), 2009, 19(3): 35-36.
- [2] 李雨茵. 人参产业将在食品增长极中爆发[N]. 医药经济报, 2011-08-19.
- [3] 黎阳, 张铁军, 刘素香. 人参化学成分和药理研究进展[J]. 中草药, 2009, 40(1): 25-36.
- [4] 卫巍. 人参生物学特性及药效分析[J]. 吉林农业, 2012(8): 35-36.
- [5] 方哲. 丁香与苦参复配剂对人参锈腐病菌的抑菌活性[J]. 吉林农业大学学报, 2009, 31(1): 1315.
- [6] 王秀全, 张崇喜, 赵英, 田义新. 关于振兴吉林人参产业的思考[J]. 中药研究与信息, 2002, 4(08): 30-31.
- [7] 王楠. 我国已获批准的国产保健食品及居民使用情况研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2009.

- [8] 崔学政, 李闯, 孙春玉, 蒋世翠. 人参基因工程研究进展[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(13): 7656-7659.
- [9] 刘消寒, 龚金梅, 歹颖莉, 肖红卫. 基于我国专利信息的人参产业情报分析与预警[J]. 现代情报, 2012, 32(6): 7-12.
- [10] Kang, K.S., Yokozawa, T., Kim, H.Y. and Park, J.H. (2006) Study on the Nitric Oxide Scavenging Effects of Ginseng and Its Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **54**, 2558-2562. <https://doi.org/10.1021/jf0529520>
- [11] Chang, Y.S., Seo, E.K., Gyllenhaal, C. and Block, K.I. (2003) Panaxginseng: A Role in Cancer Therapy. *Integrative Cancer Therapies*, **2**, 13-33. <https://doi.org/10.1177/1534735403251167>
- [12] 赵俊. 人参多糖的化学与药理学研究进展[J]. 国外医学(中医中药分册), 2004, 26(2): 79-81.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org