

增稠剂对发酵酸豆乳品质的影响

崔蕊静 李润丰 刘素稳

(河北科技师范学院食品科技学院, 秦皇岛 066004)

摘要 酸豆乳作为植物性蛋白食品越来越受到消费者的欢迎。为了改善发酵豆乳析水或稀薄等缺陷, 保证酸豆乳的稳定性, 使其以优良的品质迎合人们的需要, 采用单因素试验研究了黄原胶、明胶、羧甲基纤维素钠(CMC)、卡拉胶对发酵酸豆乳品质的影响, 并采用{3, 2}单纯格子设计法对明胶、羧甲基纤维素钠(CMC)、黄原胶 3 种增稠剂进行复配试验。通过检测其硬度、黏性、持水力并结合感官评价, 得到较好的增稠剂配比。结果表明, 3 种增稠剂添加总量为 0.4%, 其中明胶、羧甲基纤维素钠(CMC) 和黄原胶的质量比为 1:0.89:1.06 时, 酸豆乳的品质优良。结果表明, 增稠剂复配对提高发酵酸豆乳的稳定性具有重要作用。

关键词 豆乳 发酵 增稠剂 复配 品质

中图分类号: TS214.9 文献标识码: A 文章编号: 1003-0174(2015)02-0086-06

豆乳是一种颇受欢迎的植物蛋白饮料。其氨基酸组成很接近理想蛋白质构成模式, 还含有人体所必需的亚油酸、亚麻酸等必需脂肪酸及其他异黄酮、皂苷等生理活性物质, 具有软化血管、防治心血管疾病的功效, 它对解决膳食结构中优质蛋白质数量不足的问题, 有不可忽视的作用。大豆中含有脂肪氧化酶, 它能促进不饱和脂肪酸的氧化, 形成小分子的醛、醇、酮等挥发性物质产生豆腥味、青草味等不良风味, 不易被人们接受, 多年来科研工作者致力于通过微生物发酵克服这些缺点^[1]。酸豆乳是以豆乳为原料用乳酸菌的发酵作用制成的一种植物性酸奶制品^[2-3], 不仅能破坏大豆中的抗营养成分, 使豆腥味、胀气因子等减少, 又能使大豆蛋白质变成多肽, 提高消化吸收率, 且具有低脂、低热量、不含胆固醇、易吸收的特点^[4-5], 利用乳酸菌的整肠作用及预防肠道疾病的功能, 抑制了肠内腐败性细菌的生长, 从而减少了这些细菌产生的氨、胺、酚类等有毒物质, 使酸豆乳更具有价格低廉以及改善肠道菌群、降低血清胆固醇、提高身体免疫力、缓和乳糖不耐症、降低卵巢癌和心血管疾病风险等保健功效^[6-7]。豆乳发酵常出现黏稠度低、组织状态粗糙、乳清析出等不良现象, 在生产中需添加适量的增稠剂, 以提高产品的稳定性及口感, 保证产品的品质^[8]。本试验选用黄原胶等几种常见增稠剂, 在单因素的基础上采用

{3, 2}单纯形格子设计法, 以硬度、黏性、持水力并结合感官评价等为评价指标, 对几种增稠剂进行复配试验, 以期获得最优的复配增稠剂配比, 从而改善酸豆乳的品质特性^[9]。

1 材料与方 法

1.1 原 料

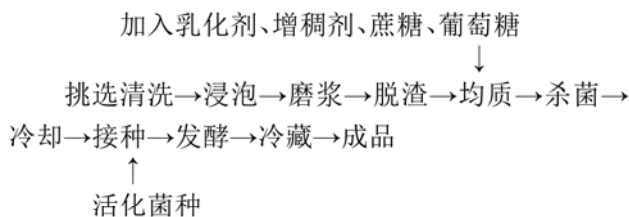
大豆: 市售; 增稠剂: 明胶、卡拉胶、黄原胶、羧甲基纤维素钠均为食品级; 乳化剂: 单甘脂、脂肪酸蔗糖酯均为食品级; 保加利亚乳杆菌 *Lb* (*Lactobacillus bulgaricus*)、嗜热链球菌 *St* (*Streptococcus thermophilus*) 冻干粉: 中国工业微生物菌种保藏中心。

1.2 主要仪器设备

TGL-20B 高速离心机: 上海安亭科学仪器厂; DM-280 型自分渣磨浆机: 河北铁狮磨浆机机械有限公司; FJ-200 型高速分散均质机: 上海标本模型厂; LRH-150B 型生化培养箱: 广东省医疗器械厂; TMS-Pro 质构仪: 美国 FTC 公司。

1.3 试 验 方 法

1.3.1 工 艺 流 程^[10]



1.3.2 操 作 要 点

大豆清洗后浸泡于 3 倍的水中 12 h。将大豆加

基金项目: 河北科技师范学院计划(CXTD2012)

收稿日期: 2013-10-28

作者简介: 崔蕊静, 女, 1966 年出生, 教授, 农产品加工

热至90℃以上,加10倍水磨浆2次,加定量甜味剂、乳化剂及各种增稠剂调配,加热至85℃杀菌30 min,25 MPa压力下均质2次,冷却至43℃。接种乳酸菌数 1.6×10^5 cfu/mL,43℃发酵6 h。发酵产品放入4℃冰箱中后熟。

1.4 指标测定方法

质构的测定^[11-12]:发酵酸豆乳后熟后,未搅拌之前在质构仪上采用挤压变形实验反映凝胶机械性能的变化,采用TMS-50 mm圆盘挤压探头,测定速度为1.0 mm/s,测前速度为2.0 mm/s,返回速率为2.0 mm/s,测试距离60 mm,形变率为30%,中间停留时间为2 s,探入过程中的最大峰值为硬度,以第一压缩后探头回撤时负数峰值下的面积为黏度。做3次平行试验。

持水力测定^[13-14]:吸取 W_0 g的样品放入离心管中,以4 000 r/min的速度离心20 min,静置1 min之后除去上清液,测残余物的质量 W g,则酸豆乳持水力为:持水力 $= (W/W_0) \times 100\%$ 。

1.5 感官评定

组织有食品专业背景和感官评定经验的8人,根据表1对产品进行感官品评,结果按下式计算各产品感官品评总得分。将评分结果取平均值进行分析。

感官评分 = 色泽 $\times 10\%$ + 组织状态 $\times 30\%$ + 滋味和气味 $\times 40\%$ + 口感 $\times 20\%$

表1 酸豆乳感官评分标准^[15-16]

评分项目	评分标准	分值
色泽	色泽均匀一致,呈乳白色或淡黄色,有光泽	10~8
	色泽较均匀,颜色偏深,微有光泽	7~4
	色泽不均匀,颜色太深,无光泽	3~0
组织状态	组织均匀、细腻,凝块结实,黏度适中,几乎无乳析出	10~8
	组织较均匀、较细腻,凝块不结实,黏度稍大或稍稀,有乳析出	7~4
	组织不良,凝块差,黏度太大或太稀,乳析出明显	3~0
滋味和气味	具有发酵酸豆乳固有的香味,基本无豆腥味、无异味,酸甜适中	10~8
	发酵酸豆乳固有的香味平淡、有豆腥味和苦涩味,酸味强	7~4
	有浓重的豆腥味或苦涩味、酸味过强	3~0
口感	口感细腻,爽滑,稠厚	10~8
	口感较细腻,爽滑感略差或较稀薄	7~4
	口感较粗糙,颗粒感明显	3~0

1.6 数据处理

使用DPS软件,对添加不同增稠剂样品的质地等差异进行统计分析,对均值进行 F 检验,在 $P < 0.05$ 的水平上对偏差采用LSD法多重比较。

2 结果与分析

2.1 几种增稠剂筛选单因素试验

2.1.1 黄原胶添加量对酸豆乳品质的影响

豆水质量比1:10的豆乳,接种乳酸菌3%,添加葡萄糖3%、蔗糖4%,单甘酯0.1%,蔗糖酯0.1%,黄原胶添加量分别为0.0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%,43℃发酵6 h。测产品的硬度、黏度、持水力等指标,同时进行感官评分,见表2。

表2结果表明,随黄原胶用量的增加,酸豆乳硬度呈上升趋势,当添加量为0.3%时硬度最高,超过0.4%硬度反而呈下降趋势,这是因为黄原胶的添加量过多,导致物料黏性过大而影响乳酸菌的正常发酵。对不同处理间进行方差分析, $F = 9.46 > F_{0.01} = 5.67$,说明黄原胶添加量对酸豆乳硬度有极显著影响。多重比较结果,黄原胶添加量0.3%和0.2%时产品硬度差异不显著,但极显著高于其余添加量。

当添加量为0.4%时,酸豆乳的黏度最大,随后出现下降的趋势。对不同处理间进行方差分析, $F = 7.27 > F_{0.01} = 5.67$,说明黄原胶添加量对产品黏度有极显著影响。多重比较结果,添加量0.4%时产品黏度极显著高于其余添加量,但0.2%、0.3%和0.5%间差异不显著。

当添加量为0.3%时,酸豆乳的持水力最高,超过0.3%持水力反而呈下降趋势,因黄原胶具有较高的黏稠性,用量过大使发酵液的黏性过高,抑制了乳酸菌发酵,使凝固不均匀,析出水多。对不同处理间进行方差分析, $F = 9.10 > F_{0.01} = 5.67$,说明黄原胶添加量对产品持水力有极显著影响。多重比较结果, $\alpha = 0.05$ 水平上,添加量0.3%和0.4%时产品持水力差异不显著,但显著高于其余添加量。 $\alpha = 0.01$ 水平上,添加量0.3%与0.2%和0.4%间无显著差异外,与其余处理间差异极显著。

表2 黄原胶添加量对酸豆乳品质的影响

黄原胶添加量/%	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
硬度/N	1.93 \pm 0.10bcAB	2.31 \pm 0.49abA	2.57 \pm 0.36aA	1.57 \pm 0.42cB	1.77 \pm 0.83cB
黏度/mJ	2.27cd \pm 0.31BC	2.39 \pm 0.30cB	2.54 \pm 0.42bB	3.51 \pm 0.25aA	2.28 \pm 0.34cB
持水力/%	38.74 \pm 0.84cC	39.77 \pm 0.72bAB	46.65 \pm 0.91aA	43.34 \pm 0.64abAB	39.55 \pm 0.51bBC
感官评分	7.39 \pm 0.61eE	8.05 \pm 0.33bB	8.26 \pm 0.12aA	7.83 \pm 0.42cC	7.62 \pm 0.53dD

注:结果为平均值 \pm 标准偏差, $n=3$,大、小写字母分别表示差异达1% ($P < 0.01$)和5% ($P < 0.05$)显著水平。感官评分结果为平均值 \pm 标准偏差, $n=8$,余同。

综合分析,豆乳中添加黄原胶发酵对凝固型酸豆奶的作用效果较好,对质地如硬度、黏度等起到了改善作用,并且有效地提高了酸豆奶的持水力。这是因阴离子多糖—黄原胶在界面上与豆乳中的蛋白发生交互作用,并且在酸性条件下具有高度的稳定性,在豆乳发酵过程中,乳酸的产生使pH不断降低,蛋白微粒上的正电荷逐渐增多,当降低到蛋白等电点4.6左右时,黄原胶所带的负电荷与蛋白上的正电荷相结合,蛋白粒子被黄原胶包裹,防止蛋白粒子间的凝集、沉淀,因此酸豆奶的黏度有所增加,且大豆蛋白在酸的作用下开始变性凝固成凝胶状态,形成的凝胶包裹水分,产品水析出率降低^[17-18]。结合感官评定和产品质地,故选择黄原胶添加量为0.3%的前后区间作为黄原胶添加量的上、下限,即添加量的下限为0.2%,上限为0.4%作为单纯形格子设计试验的添加范围。

2.1.2 CMC添加量对酸豆奶品质的影响

CMC的添加量分别为0.0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%,其余条件同2.1.1,见表3。

表3结果表明,酸豆乳硬度随CMC用量的增加呈上升趋势,添加量超过0.4%硬度反而下降,因为CMC的添加量过大,致使物料黏性过大而影响乳酸菌正常的发酵。不同处理进行方差分析结果, $F = 34.99 > F_{0.01} = 5.67$,说明CMC用量对产品硬度有极显著影响。多重比较结果,在 $\alpha = 0.05$ 水平上,添加量0.4%与其余处理间差异显著,在 $\alpha = 0.01$ 水平上,添加量0.4%除与0.5%间差异不显著外,与其余处理间差异极显著。

酸豆乳黏度随CMC用量的增加呈上升趋势,当添加量为0.5%时黏度最大。因为CMC是一种阴离

子多糖,在酸性条件下,与大豆蛋白发生吸附,提供静电排斥和空间位阻作用,使产品黏度增加,起到稳定作用。但CMC用量较低时,没有足够的量与大豆蛋白发生吸附,产品黏度低。产品pH值越低,大豆蛋白所带正电荷增加,这种现象就越明显。不同处理进行方差分析结果, $F = 40.52 > F_{0.01} = 5.67$,说明CMC用量对酸豆乳黏度有极显著影响;多重比较结果,添加量0.5%时产品黏度极显著高于其余添加量,添加量0.3%和0.4%时产品黏度差异不显著,但两者极显著高于对照和0.1%、0.2%。

酸豆乳的持水力随CMC添加量的增大而增大,超过0.4%反而呈下降的趋势,这是因为CMC的添加量过大,物料黏性过大而影响乳酸菌正常的发酵。不同处理进行方差分析结果, $F = 9.65 > F_{0.01} = 5.67$,说明CMC用量对酸豆乳持水力有极显著影响;多重比较结果,CMC添加量0.4%和0.5%时产品持水力差异不显著,但两者极显著高于对照和其余添加量,其余处理间差异不显著,说明只有足量的CMC才能有效防止产品析水。

结合感官评分综合分析,CMC添加量为0.4%时,对凝固型酸豆乳的品质有显著性影响。因此,选择CMC添加量为0.4%的前后区间作为CMC添加量的上、下限,即添加量的下限为0.3%,上限为0.5%作为单纯形格子设计试验的添加范围。

2.1.3 明胶添加量对酸豆奶品质的影响

明胶的添加量分别为0.0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%,其余条件同2.1.1,见表4。

表4结果表明,随明胶用量的增加,酸豆乳的硬度先呈上升趋势,后呈下降趋势,当添加量为0.3%时,酸豆乳的硬度达到最大值。不同处理进行方差

表3 CMC添加量对酸豆乳品质的影响

CMC添加量/%	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
硬度/N	2.39 ± 0.14cC	2.75 ± 0.05cBC	3.55 ± 0.55bB	4.85 ± 0.52aA	4.24 ± 0.23aAB
黏度/mJ	1.22 ± 0.08dE	1.39 ± 0.06cDE	1.54 ± 0.05bcd	1.61b ± 0.03BC	1.99 ± 0.14aA
持水力/%	33.38 ± 0.32cB	33.81 ± 1.41cB	36.54 ± 0.08bcB	46.15 ± 0.53aA	40.80 ± 0.44abA
感官评分	7.79 ± 0.98dD	8.33 ± 0.47cC	8.50 ± 0.89bB	8.96 ± 1.01aA	8.32 ± 0.95cC

表4 明胶添加量对酸豆乳品质的影响

明胶添加量/%	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
硬度/N	1.84 ± 0.45dD	2.45 ± 1.11bB	3.02 ± 1.16aA	2.32 ± 1.14cC	2.31 ± 0.67cC
黏度/mJ	2.16 ± 0.01eE	3.00d ± 0.05dD	3.96 ± 0.04cC	5.38 ± 0.10aA	4.63 ± 0.04bB
持水力/%	36.87 ± 0.14dcC	40.97 ± 0.48cdBC	42.90 ± 0.28bcAB	48.14 ± 0.22aA	45.33 ± 0.25abA
感官评分	7.44 ± 0.50dD	8.29 ± 0.71cC	8.70 ± 0.68aA	8.73 ± 0.17aA	8.58 ± 0.55bB

表5 卡拉胶添加量对酸豆乳品质的影响

卡拉胶添加量/%	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
硬度/N	2.22 ± 0.20cC	3.43 ± 0.21bB	4.40 ± 0.72aA	3.55 ± 0.32bB	3.16 ± 0.11bB
黏度/mJ	1.49 ± 0.14bcAB	1.78 ± 0.12abAB	2.07 ± 0.31abA	2.18 ± 0.76aA	1.93 ± 0.59abAB
持水力/%	41.72 ± 0.39dC	42.08 ± 0.71cdC	49.26 ± 0.34aA	46.67 ± 0.34abAB	45.72 ± 0.37bcBC
感官评分	7.14 ± 0.78eE	7.76 ± 0.54dD	8.31 ± 0.25bB	8.43 ± 0.27aA	8.05 ± 0.63cC

分析, $F = 1.07 < F_{0.05} = 3.36$, 说明 F 检验不显著, 明胶用量对酸豆乳硬度无显著影响。明胶不能明显地影响产品的硬度, 但感官评定结果明胶能赋予产品爽滑、稠厚的口感, 使产品在保存和运输过程中析水减少, 提高产品品质。

随明胶用量的增加, 酸豆乳的黏度呈先上升后下降的趋势。不同处理进行方差分析结果, $F = 657.61 > F_{0.01} = 5.67$, 说明明胶用量对酸豆乳黏度有极显著影响; 多重比较结果, 明胶添加量 0.4% 时产品黏度极显著高于其余添加量。

随明胶用量的增加, 酸豆乳的持水力呈缓慢上升趋势, 当添加量为 0.4% 时, 酸豆乳的持水力最高。不同处理进行方差分析结果, $F = 17.93 > F_{0.01} = 5.67$, 说明明胶用量对酸豆乳持水力有极显著影响; 多重比较结果, 在 $\alpha = 0.05$ 水平上, 添加量 0.4% 除与 0.5% 差异不显著外, 与其余处理间差异显著, 在 $\alpha = 0.01$ 水平上, 0.4% 与 0.3%、0.5% 差异不显著, 与其余处理间差异极显著。

结合感官评定综合分析, 选择明胶添加量为 0.4% 的前后区间作为明胶添加量的上、下限, 即添加量的下限为 0.3%、上限为 0.5% 作为单纯形格子设计试验的添加范围。

2.1.4 卡拉胶添加量对酸豆乳质构特性的影响

卡拉胶的添加量分别为 0.0%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%, 其余条件同 2.1.1, 见表 5。

表 5 结果表明, 随卡拉胶用量的增加, 酸豆乳的硬度、黏度和持水力均呈先上升后下降的趋势。当添加量为 0.3% 时, 酸豆乳的硬度达到最大值, 不同处理进行方差分析结果, $F = 70.44 > F_{0.01} = 5.67$, 说明卡拉胶用量对酸豆乳硬度有极显著影响; 多重比较结果可知, 卡拉胶添加量 0.3% 时产品硬度极显著高于 0.2%、0.4% 和 0.5%, 0.2%、0.4% 和 0.5% 三者硬度差异不显著, 但这三者硬度又极显著高于对照和 0.1% 的硬度。

酸豆乳的黏度在卡拉胶添加量为 0.4% 前后的区间内比较接近, 不同处理进行方差分析结果, $3.36 = F_{0.05} < F = 4.99 < F_{0.01} = 5.67$, 说明卡拉胶用量对酸豆乳黏度有影响, 但无极显著影响。

卡拉胶添加量为 0.3% 时, 酸豆乳的持水力最高。不同处理进行方差分析, $F = 16.18 > F_{0.01} = 5.67$, 说明卡拉胶用量对酸豆乳持水力有极显著影响; 多重比较结果可知, 添加量 0.3% 与 0.4% 时产品持水力差异不显著, 但两者极显著高于其余处理。

卡拉胶与其余几种增稠剂比较, 产品感官评分偏低, 且其价格较贵, 并综合赵谋明等^[19] 研究结果, 黄原胶与 CMC 能显著提高大豆分离蛋白的乳化活性和乳化稳定性, 卡拉胶对乳化特性没有改善, 故下一步试验增稠剂复配时不选用卡拉胶。

2.2 增稠剂复配试验

在单因素试验基础上, 选择明胶、CMC、黄原胶 3 种增稠剂按混料回归 {3,2} 单纯形格子设计试验方案 (表 6), 其中 X_1 为明胶, X_2 为 CMC, X_3 为黄原胶。以感官评分为指标, 采用 Excel 对试验所得回归方程组求解最大值, 从而确定 3 种增稠剂的最适添加比例。

由单因素试验可知, $0.003 \leq a_1 \leq 0.005$, $0.003 \leq a_2 \leq 0.005$, $0.002 \leq a_3 \leq 0.004$, (a_1, a_2, a_3 各代表明胶、CMC、黄原胶添加量的使用范围)。 $z_i - a_i = (\sum_i a_i)x_i$, 结果见表 6。

表6 {3,2} 单纯形格子设计及感官评分结果

试验点	X_1	Z_1	X_2	Z_2	X_3	Z_3	Y 感官评分
1	1	0.005	0	0.003	0	0.002	7.35 (y_1)
2	0	0.003	1	0.005	1	0.004	7.13 (y_2)
3	0	0.003	0	0.003	1	0.004	7.46 (y_3)
4	1/2	0.004	1/2	0.004	0	0.002	7.25 (y_{12})
5	1/2	0.004	0	0.003	1/2	0.003	7.68 (y_{13})
6	0	0.003	1/2	0.004	1/2	0.003	7.77 (y_{23})

处理表 6 数据得回归方程系数分别为:

$$b_1 = y_1 = 7.35$$

$$b_2 = y_2 = 7.13$$

$$b_3 = y_3 = 7.46$$

$$b_{12} = 4y_{12} - 2(y_1 + y_2) = 4 \times 7.25 - 2 \times (7.35 + 7.13) = 0.04 \text{ (代表回归方程 } X_1X_2 \text{ 的系数)}$$

$$b_{13} = 4y_{13} - 2(y_1 + y_3) = 4 \times 7.68 - 2 \times (7.35 + 7.46) = 1.10 \text{ (代表回归方程 } X_1X_3 \text{ 的系数)}$$

$$b_{23} = 4y_{23} - 2(y_2 + y_3) = 4 \times 7.77 - 2 \times (7.13 + 7.46) = 1.90 \text{ (代表回归方程 } X_2X_3 \text{ 的系数)}$$

得到回归方程:

$$\hat{y} = 7.35X_1 + 7.13X_2 + 7.46X_3 + 0.04X_1 X_2 + 1.10X_1 X_3 + 1.90X_2 X_3$$

且 $X_1 + X_2 + X_3 = 1, X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0$ 。

采用 Excel 中“规划求解”对回归方程组求解最大值得: $X_1 = 0.36, X_2 = 0.25, X_3 = 0.39$, 回归方程取最大值为 7.83。对应 3 种增稠剂的添加量的配比为 1:0.89:1.06。

据此进行验证性试验, 然后进行感官评分, 重复试验 3 次。

2.3 复配增稠剂用量验证试验

根据增稠剂复配试验所得比例进行验证试验, 当复配增稠剂添加量为 0.4%, 明胶、CMC、黄原胶复配增稠剂配比为 1:0.89:1.06, 即实际添加比例为 0.136%、0.121%、0.144% 时, 酸豆奶的感官评分为 7.78, 此时的硬度为 4.95 N, 黏度为 5.56 mJ, 持水力为 55.87%, 比三者单独使用时均高。感官评分的平均值为 7.78, 与理论值 7.83 的相对误差约为 0.64%, 表明回归方程得到的理论值与实际值基本相符。此时产品凝固均匀、口感细腻, 软硬适度, 几乎无水析出, 说明明胶、CMC、黄原胶复合使用时具有较好的协调性。

表 7 复配增稠剂用量验证试验

复配增稠剂添加量/%	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
感官评分	7.35	7.11	7.46	7.78	7.68	7.23

3 结论

由黄原胶、CMC、明胶和卡拉胶对酸豆乳品质影响的单因素试验可知, 单独使用 CMC, 产品的硬度较好, 黏度和持水力较低; 单独使用明胶时, 产品的黏度较好, 硬度小; 单独使用黄原胶时, 产品的硬度、持水力均不理想。

通过 {3,2} 单纯形格子设计进行增稠剂复配, 结果表明, 明胶、CMC、黄原胶共同使用时具有增稠性, 当三者复合比例为 1:0.89:1.06, 总添加量为 0.4%, 三者的实际添加量分别为 0.136%、0.121% 和 0.144%, 产品品质优良。

参考文献

- [1] 李锋, 华欲飞. 大豆酸奶的营养保健功能及前景展望 [J]. 粮油食品科技, 2005, 13(2): 2-3
- [2] Yang M, Li L. Physicochemical, textural and sensory characteristics of probiotic soy yogurt prepared from germinated soybean [J]. Food Technology and Biotechnology, 2010, 48(4): 490-496
- [3] 毛军, 李理, 张桂和, 等. 新型大豆酸乳的研制 [J]. 食品与发酵工业, 2006, 32(10): 150-155
- [4] Jiyeon Chun, Jong Sang Kim, Jeong Hwan Kim, Enrichment of isoflavone aglycones in soymilk by fermentation with single and mixed cultures of streptococcus infantarius 12 and weissella sp. 4 [J]. Food Chemistry, 2008(109): 278-284
- [5] 周雪松. 不同蛋白源发酵酸奶研究 [J]. 现代食品科技, 2010, 26(5): 502-504, 522
- [6] Parvez S, Malik K A, Ah Kang S, et al. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health [J]. Journal of Applied Microbiology, 2006, 100(6): 1171-1185
- [7] Wagar L E, Champagne C P, Buckley N D, et al. Immunomodulatory properties of fermented soy and dairy milks prepared with lactic acid bacteria [J]. Journal of Food Science, 2009, 74(8): 423-430
- [8] 崔蕊静, 高海生, 李凤英, 等. 无腥大豆加工酸豆奶工艺条件的研究 [J]. 中国粮油学报, 2004, 19(4): 46-49
- [9] 马雪婷, 李晓东, 郭晶. 利用增稠剂复配改善模拟干酪质地特性的研究 [J]. 中国乳品工业, 2012, 40(9): 31-34
- [10] 崔蕊静, 毛秀杰, 蔡金星, 等. 紫背天葵酸豆奶的研制 [J]. 中国粮油学报, 2010, 25(7): 90-95, 116
- [11] 崔蕊静, 申淑琦, 高海生. 凝固型山楂酸豆乳配方及发酵工艺研究 [J]. 中国粮油学报, 2011, 26(10): 93-97
- [12] Puvanenthiran A, Williams R P W, Augustin M A. Structure and viscoelastic properties of set yoghurt with altered casein to wheyprotein ratios [J]. International Dairy Journal, 2002, 12(4): 383-391
- [13] Lucey J A. Cultured dairy products: an overview of their gelation and texture properties [J]. International Journal of Dairy Technology, 2004, 57(2/3): 77-84
- [14] Celik S, Bakirci I. Some properties of yoghurt produced by adding mulberry pekmez (concentrated juice) [J]. International Journal of Dairy Technology, 2003, 56(1): 26-29
- [15] 崔蕊静, 杜茂宝, 张梅申. 无腥大豆豆奶中加入苦瓜汁生产酸豆奶的工艺研究 [J]. 中国食品学报, 2007, 7(2): 65-69
- [16] 崔蕊静, 张梅申, 刘绍军, 等. 无腥大豆中加入银耳浸提液生产酸豆奶的工艺研究 [J]. 农业工程学报, 2005, 21(7): 158-161
- [17] 孙哲浩, 赵谋明, 彭志英. 蛋白质与多糖类交互作用对食品乳液稳定性的影响 [J]. 食品与发酵工业, 1999, 26(2): 61-65
- [18] 熊拯. 阴离子多糖对大豆分离蛋白功能特性的影响 [D]. 郑州: 河南工业大学, 2007
- [19] 赵谋明, 林伟锋, 胡坤, 等. 多糖对大豆蛋白在水相介质中乳化特性的影响 [J]. 食品工业科技, 2002, 23(6): 31-34.

Influence of Thickener on the Quality of Fermentation Sour Soybean Milk

Cui Ruijing Li Runfeng Liu Suwen

(College of Food Science and Technology, Hebei Normal University of Science and Technology, Qinhuangdao 066004)

Abstract sour soybean milk as a plant – based protein food more and more get the welcome of consumer. In order to improve the fermented soymilk defects such as bleeding or rarefaction, ensure the stability of sour soybean milk, with its excellent quality to cater to the needs of the people. In this paper, the effect of several commonly used thickener on quality of fermented sour soybean milk is systematically researched. This experiment adopts the single factor of xanthan gum, gelatin, sodium carboxymethyl cellulose (CMC) and carrageenan to study the influence of sour soybean milk quality. On this basis, adopts {3,2} simplicity form grid method is used for gelatin, sodium carboxymethyl cellulose (CMC), xanthan gum three thickener blends with experiment. By testing the hardness, stickness, water holding ratio and sensory evaluation, get a better ratio of thickener. Results showed that the three kinds of thickener adding amount was 0.4%, the quality of the gelatin, CMC, and xanthan gum ratio of 1:0.89:1.06, sour soybean milk quality is best. The research results showed that the thickener compound plays an important part in improving the stability of fermented sour soybean milk.

Key words soybean milk, fermentation, thickener, compound, quality

.....
(上接第85页)

Effect and Pathway Analysis of Aflatoxins B₁ in Degradation of Acetonitrile – Dissolved by Low Temperature Radio Frequency Plasma

Zhang Yan Wang Anni Xiao Junxia Wang Shiqing Jiang Wenli Li Yupeng

(Qingdao Key Lab of Modern Agricultural Quality and Safety Engineering,
Food Science and Engineering College Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109)

Abstract The effects of radiation duration, plasma transmit power, aflatoxins B₁ initial concentration on the degradation rate of aflatoxins B₁ dissolved in acetonitrile by low temperature radio frequency plasma were studied in this paper. Meanwhile, the possible degradation pathway and degradation products were analyzed by HPLC – MS/MS. The results indicated that the aflatoxins B₁ degradation rate was increased with elevated transmit power and reduced initial aflatoxins B₁ concentration. When 200 ~ 500 μg/L aflatoxins B₁ was exposed to 120 W plasma for more than 150 s, the degradation rate of aflatoxins B₁ reached more than 95%. HPLC – MS/MS analysis of the degradation mixture revealed three major quasi – molecular peaks of 157, 299, and 339 respectively after comparing first mass information of aflatoxins B₁ through different plasma treatment time. The three peaks were proposed corresponding to the degradation products of aflatoxins B₁. The degradation products and the pathway were identified using secondary mass fragments information and active site in the structure of aflatoxins B₁.

Key words low temperature radio frequency plasma, aflatoxins B₁, degradation rate, degradation product