

廖文艳,徐致远,刘振民. 1 种低乳糖褐色乳酸菌饮料的研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):352-354.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.110

1 种低乳糖褐色乳酸菌饮料的研究

廖文艳,徐致远,刘振民

(光明乳业股份有限公司技术中心/乳业生物技术国家重点实验室,上海 200436)

摘要:美拉德反应是褐色乳酸菌饮料风味物质的主要来源。使用乳糖酶将乳糖分解为葡萄糖和半乳糖,经高强度热处理发生美拉德反应,通过色度仪测量产品蓝黄值,比较美拉德反应程度。通过单因素试验与正交试验分析了乳糖酶添加量、酶解时间、热处理时间对美拉德反应以及感官评分的影响,开发出 1 种低乳糖、风味佳、稳定性良好的褐色益生菌乳饮料。优化参数为:乳糖酶添加量为 0.02%,热酶解时间为 120 min,热处理时间为 120 min。

关键词:美拉德反应;乳糖酶;热处理时间;酶解时间;色度

中图分类号:TS275.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)11-0352-02

褐色益生菌乳饮品是以美拉德反应为基础,经益生菌发酵制成的口感清爽、风味独特的乳饮料。美拉德反应又名非酶褐变反应,是氨基化合物和还原糖或其他羰基化合物之间发生的反应,该反应包括缩合、脱水、降解、裂解、聚合等一系列反应,反应生成的羧酸类、酮类、吡喃、吡嗪、吡咯、吡啶等物质除能提供食品特殊的气味外,还具有抗氧化、抗诱变等特性^[1]。美拉德反应速度受还原糖的种类影响较大,五碳糖中,核糖 > 阿拉伯糖 > 木糖;六碳糖中,半乳糖 > 甘露糖 > 葡萄糖,并且五碳糖的褐变速度大约是六碳糖的 10 倍^[2]。目前,该类产品主要是在乳基料中使用 6%~10% 的葡萄糖或果葡糖浆等还原性糖,高温热处理发生美拉德反应,经干酪乳杆菌发酵后乳基料与糖水 1:3 的比例混合制得。该类产品的总糖在 14%~17%,高糖含量无疑给消费者带来巨大的负担。本研究主要通过添加乳糖酶水解牛奶中的乳糖,探讨了乳糖添加量、酶解时间、热处理强度对美拉德反应程度以及感官评分的影响,并通过正交试验对其优化,为低乳糖褐色益生菌饮料的风味研究提供参考。乳糖酶将乳糖水解为半乳糖和葡萄糖与蛋白质发生美拉德反应,一方面减少葡萄糖等还原性糖的加入,另一方面降低产品的乳糖含量,从而降低产品的总糖含量。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

脱脂奶粉、白砂糖,上海光明乳业牧场;乳糖酶,帝斯曼(中国)有限公司;干酪乳杆菌,丹尼斯克(中国)有限公司。

SD-9011 色度仪,南京艾赛特科技发展有限公司;303A-2 电热恒温培养箱;恒温水浴锅,山东省龙口市电炉制

造厂;APV 1000 型高压均质机,丹麦 APV 公司;KAT25 高速组织分散机,德国 IKA 公司。

1.2 试验方法

1.2.1 发酵乳的制备^[3-4] 脱脂奶粉、水→搅拌(45℃,30 min)→杀菌(90~95℃,5 min)→冷却→乳糖酶→保温(90~95℃,5 min)→发酵(35~37℃,72 h)→破乳→搅拌均匀→冷却至 4~10℃。

1.2.2 褐色乳酸菌饮料的制备^[3-4] 发酵乳与水 1:3 混合,酸度调节剂调 pH 值至 3.7。白砂糖+水→50℃水溶解→杀菌(95℃,5 min)→冷却到 15~25℃→发酵乳基料→搅拌均匀(10~15 min)→调酸→均质→灌装(10~20℃)→入库冷藏(2~6℃)。

1.2.3 美拉德反应程度测定^[5-6] 美拉德反应又称非酶褐变反应,产物呈黄褐色。本研究使用色度仪测量样品的蓝黄值(B 值)。样品 B 值越高,蓝黄色越深,美拉德反应越充分。

1.2.4 感官评定方法 感官评分:感官评分主要包括色泽、口感清爽度、风味 3 项,每项满分 10 分,每个产品得分为 3 项得分之和。品评小组由实验室 20 位研发人员组成,各样品得分取平均值。

2 结果与讨论

2.1 乳糖酶添加量对美拉德反应程度的影响

乳糖在高强度热处理时会与氨基化合物发生美拉德反应,但与葡萄糖和半乳糖相比反应速度存在差异。本试验在酶解时间 2 h,95℃热处理 90 min 条件下,比较了乳糖酶添加量对美拉德反应程度的影响。由图 1 可知,乳糖酶添加量为 0.02%、0.05%、0.08% 时色度值为 18.75、19.42、19.69。综合可知,乳糖酶添加量 0.02% 为一临界点,添加量在 0.05%~0.11% 时,美拉德反应程度差异不显著,与通用工艺 8% 的葡萄糖添加量的美拉德反应程度没有显著差异,这可能是体系中乳糖含量固定,单纯增加乳糖酶含量,无法增加葡萄糖等羰基化合物,不能再进一步促进美拉德反应。从美拉德反应程度出发乳糖酶添加量 0.02% 即可。

2.2 酶解时间对美拉德反应程度的影响

在前期的研究中,美拉德反应与还原性糖的添加量呈正

收稿日期:2014-11-05

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2012BAD28B07、2013BAD18B01)。

作者简介:廖文艳(1984—),女,硕士研究生,研究方向为乳制品研究与开发。E-mail:mimiliaol984@163.com。

通信作者:刘振民,博士,教授级高级工程师,主要从事乳制品研发工作。E-mail:liuzhenmin@brightdairy.com。

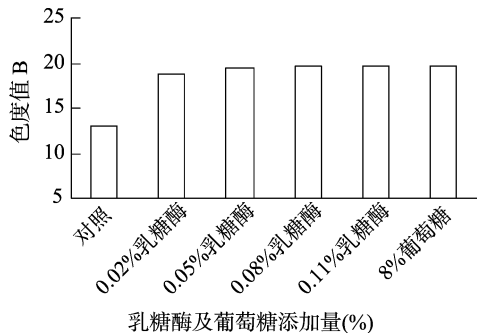


图1 乳糖酶添加量对色度值的影响

相关,还原性糖葡萄糖的添加量对产品的色度有显著影响。乳糖酶将乳糖分解为半乳糖以及葡萄糖,乳糖酶添加量相同时,酶解时间决定酶解程度,直接影响半乳糖以及葡萄糖的含量。本试验在 95 ℃ 热处理 120 min、乳糖酶添加量为 0.02% 的条件下,比较酶解时间对美拉德反应程度的影响,结果见图 2。由图 2 可知,随着酶解时间的延长,样品色度值呈线性增加,乳糖酶酶解时间为 1、2、3 h 时,色度值分别为 16.62、19.42、20.83。综合可知,酶解时间 2 h 为一临界点,酶解时间 3~5 h 时,美拉德反应程度差异不显著,这可能是随着酶解时间的延长,酶解反应已经充分完成,在乳糖含量不变的情况下,单纯地增加酶解时间不能进一步促进美拉德反应。考虑到酶解时间太长影响生产效率,从美拉德反应程度出发酶解 2 h 即可。

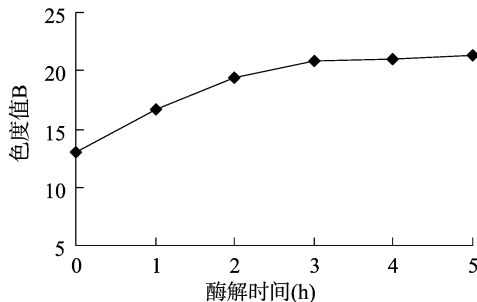


图2 酶解时间对色度值 B 的影响

2.3 热处理时间对美拉德反应程度的影响

前期试验表明,不添加还原性糖,热处理温度低于 90 ℃ 时,热处理 3 h 该体系美拉德反应仍不明显。本试验比较了在乳糖酶添加量 0.05%,40 ℃ 酶解 2 h,95 ℃ 分别保温处理 30、60、90、120、150、180 min 的美拉德反应强度,使用色度仪测量 B 值,结果见图 3。由图 3 可知,随着热处理时间延长,样品色度值呈线性增加。热处理时间为 60、90、120 min 时,色度值为 16.83、19.03、19.42。综合可知,热处理时间 90 min 为一临界点,在 90 min 内,美拉德反应程度随热处理时间的延长明显增强,考虑热处理时间太长会降低影响生产效率,从美拉德反应程度出发热处理 90 min 即可。

3 产品感官评价影响因素的正交试验

选择乳糖酶添加量、酶解时间、热处理时间为正交试验的 3 因素,并设置 3 个水平,以感官评分为响应值进行 3 因素 3 水平正交试验,因素及水平见表 1。使用 SPSS 软件对结果进行方差分析,结果见表 2、表 3。

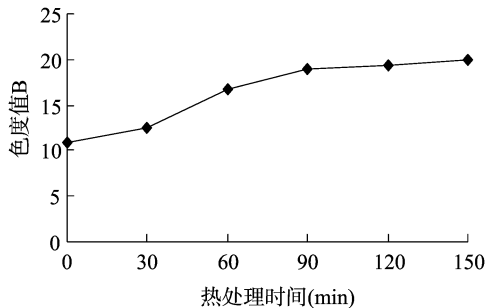


图3 热处理时间对色度值 B 的影响

表 1 $L_9(3^3)$ 正交试验因素水平表

水平	因素		
	A:乳糖酶添加量 (%)	B:酶解时间 (min)	C:热处理时间 (min)
-1	0.02	180	60
0	0.05	120	90
1	0.08	60	120

由表 2 可知,影响感官评分从主到次的因素排序为 $B > C > A$,即酶解时间 > 热处理时间 > 酶添加量。由方差分析结果可知,在 0.05 水平下,因素 B 对感官评分的影响极显著;在 0.10 水平下,因素 C 也有显著影响,因素 A 对感官评分的影响不显著。通过表 3 直观分析以及表 3 方差分析,最佳工艺条件为 $A_2B_2C_3$,即乳糖酶添加量为 0.05%,酶解时间为 120 min,热处理时间为 120 min。考虑乳糖酶的成本很高,且其对感官评分的影响不显著,确定最佳工艺条件为 $A_1B_2C_3$ 。按 $A_1B_2C_3$ 条件进行 3 次验证试验,感官评分为 29.2 分。由此可见,该试验条件下的感官评分优于表 3 中的任一结果,故该优化条件为最佳选择。

表 2 $L_9(3^3)$ 正交试验结果

试验号	A	B	C	感官评分
1	-1	-1	-1	24
2	-1	0	0	27
3	-1	1	1	25
4	0	-1	0	27
5	0	0	1	29
6	0	1	-1	24
7	1	-1	1	26
8	1	0	-1	26
9	1	1	0	23
k_1	25.33	25.67	24.67	
k_2	26.67	27.33	25.67	
k_3	25.00	24.00	26.67	
R	1.67	3.33	2.00	

表 3 方差分析结果

方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
因素 A	4.67	2	2.33	7	不显著
因素 B	16.67	2	8.33	25	极显著
因素 C	6.00	2	3.00	9	显著
误差	0.67	2	0.33		
总计	28.01	8			

4 结果与讨论

乳糖酶的添加量为 0.02%,酶解 2 h,95 ℃ 热处理 90 min,

吕昌勇,徐致远,廖文艳,等. 低糖褐色乳酸菌饮品的研制[J]. 江苏农业科学,2015,43(11):354-356.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.111

低糖褐色乳酸菌饮品的研制

吕昌勇, 徐致远, 廖文艳, 刘振民

(光明乳业股份有限公司乳业研究院/乳业生物技术国家重点实验室, 上海 200436)

摘要:研究含糖量低的乳酸菌饮品,该类产品在含糖量低于 0.05 g/mL 的前提下,以感官评定得分为指标,研究褐变时间、蛋白质含量、酸度对感官的影响,并进行 3 因素 3 水平正交试验。结果表明,3 个因素对感官均有极显著影响,确定并验证最优工艺条件为:褐变 2 h,蛋白质含量 1.1%,酸度 60 °T。

关键词:褐色乳酸菌饮品;褐变时间;蛋白质含量;酸度;正交试验

中图分类号: TS275.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0354-03

褐色乳酸菌饮料是以脱脂奶、葡萄糖为原料,经过热处理发生美拉德反应,再通过乳酸菌发酵调制而成的活性乳酸菌饮品^[1-2]。通常发酵菌种为副干酪乳杆菌,产生具有独特涩感的发酵风味,再配以较高酸度和糖,可以产生较为清爽怡人的口感。干酪乳杆菌进入人体后可以在肠道内大量存活^[3],除了可以起到调节肠道的作用外,还具有降血压和降胆固醇作用^[4-5]。近年来此类产品以活性乳酸菌来满足消费者对健康的诉求,在市场上销量逐年上升。但是,褐色饮品通常含有大量的糖,含糖量通常为 0.14~0.19 g/mL,糖的过多摄取会导致肥胖、血压升高等一系列的问题^[6-10]。按照 GB 28050—2011《预包装食品营养标签通则》,含糖量低于 0.05 g/mL 的饮料可以被视为低糖饮品。由于褐色饮品本色的口感需要较高的酸和糖搭配,因此研发低糖褐色饮品,除了要考虑产品稳定性外,还要考虑以下问题:一是采用合适的蔗糖替代方案解决此类问题;二是在工艺上,配制低糖褐色饮品过程中,重新考虑褐变时间、蛋白质浓度及酸甜度等因素,采取合适的搭配形成较好的感官和风味。

收稿日期:2014-11-10

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2013BAD18B01、2013BAD18B07)。

作者简介:吕昌勇(1987—),男,河南固始人,硕士,主要从事乳制品研发工作。E-mail:lyuchangyong@163.com。

与乳基料中添加 8% 葡萄糖,95 °C 热处理 2 h 的美拉德反应程度相当,随着乳糖酶添加量的增多,美拉德反应程度增强。通过使用乳糖酶酶解乳基料中的乳糖,可以有效替代乳基料 8% 葡萄糖的使用量,假定乳基料与水按 1:3 的比例配制成褐色乳酸菌饮料,褐色乳酸菌饮料中可以减少 2 百分点的葡萄糖添加量。

以感官评分为响应值,乳糖酶添加量、酶解时间、热处理时间为因素进行正交试验,结果表明乳糖酶添加量 0.05%,酶解时间 120 min,热处理时间 120 min 这一组合条件下褐色乳酸菌饮料感官评分最高。考虑到乳糖酶成本较高,且其对感官评分影响不显著,取优选条件为乳糖酶添加量 0.02%,酶解时间 120 min,热处理时间 120 min。

1 材料与方法

1.1 材料

新西兰进口脱脂奶粉;市售白砂糖、葡萄糖;丹麦科汉森公司生产的 *Lactobacillus casei* 01 乳酸菌种。

1.2 仪器设备

IKARW20 高速搅拌机(德国 IKA 公司);APV1000 型高压均质机(丹麦 APV 公司);pHS-25 数显 pH 计(上海理达仪器厂);303A-2 电热恒温培养箱(上海浦东荣丰科学仪器有限公司);恒温水浴锅(山东省龙口市电炉制造厂)。

1.3 试验方法

1.3.1 发酵基料的制备 参照文献[8]进行发酵基料的制备,脱脂奶粉 13%,葡萄糖 6%,其余补水。40 °C 搅拌溶解 20 min;95 °C 高温杀菌 30~150 min,冷却至 37 °C,添加菌种 *Lactobacillus casei* 01(10⁶ CFU/mL) 在 37 °C 下恒温培养 72 h;调 pH 值 3.6~3.7,破乳搅拌均匀,冷却至 4~10 °C^[8]。

1.3.2 褐色乳酸菌饮料的制备 加白砂糖、稳定剂(0.4% 大豆多糖)、甜味剂,70~80 °C 水溶解高速搅拌 20~30 min;95 °C 杀菌 5 min,冷却至 20~30 °C,添加发酵基料搅拌 10~15 min;柠檬酸调 pH 值至 3.6~3.7,20~30 °C、20 MPa 条件下均质;10~20 °C 灌装入库,4~6 °C 冷藏。

1.3.3 感官评定标准 参加本试验人数为 50 人,根据 GB 16321—2003《乳酸菌饮料卫生标准》对样品进行口感和风味

参考文献:

- [1] Angyal S J. Adv carbonhydr chem[J]. Biochem,1984,42:15.
- [2] 肖怀秋,李玉珍,林亲录. 美拉德反应及其在食品风味中的应用研究[J]. 中国食品添加剂,2005(2):27-30.
- [3] 廖文艳,徐致远,刘振民. 褐色乳酸菌饮料工艺条件的优化[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):225-227.
- [4] 周 谔,刘振民,廖文艳,等. 无稳定剂乳酸菌饮品稳定体系研究[J]. 中国乳品工业,2014,3(3):33-35.
- [5] 徐致远,吴 艳,周凌华,等. 影响褐色益生菌乳饮料颜色的因素[J]. 食品与发酵工业,2010,36(1):180-183.
- [6] 徐致远,吴 艳,郭本恒,等. 一种褐色益生菌乳饮料的研制[J]. 食品工业科技,2010,31(8):242-244.