

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<sup>[1-2]</sup>。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<sup>[3]</sup>,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<sup>[4-5]</sup>。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<sup>[6-10]</sup>。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 的比例配制成为褐色乳酸菌饮料,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( $10^6$  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<sup>[8]</sup>。

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.

品评试验,感官检查项目为:外观、组织状态、口感、风味、酸度,各项目评分标准如表 1 所示。

表 1 褐色乳酸菌饮品感官评分标准

评分项目	评分标准	分值
外观	色泽为褐色	20
组织状态	呈乳浊状,均匀一致不分层; 允许有少量沉淀,无气泡、无异物	20
口感	清新爽口,独特涩感	20
风味	风味自然,褐色乳酸菌饮品独特风味	20
酸度	酸甜比恰当	20

1.3.4 甜味剂的筛选 选取甜菊糖苷(200 倍甜度)、三氯蔗糖(600 倍甜度)、阿斯巴甜(200 倍甜度)、安赛蜜(200 倍甜度)4 种甜味剂单剂及复配剂,以大豆多糖作为稳定剂,比较发酵品口感,筛选合适的甜味剂。

1.3.5 不同美拉德反应时间 使用葡萄糖添加量 6%、灭菌条件 95 ℃,并分别保温处理 30、60、90、120、150、180 min,之后添加 *Lactobacillus casei* 01 发酵到酸度 200 °T,按照蛋白质含量 1.1%、白砂糖含量 1%、三氯蔗糖和安赛蜜含量各 0.125% 的比例配置乳酸菌饮品,经过感官评定,筛选合适发酵时间。

1.3.6 不同的蛋白质浓度 基料发酵 72 h,将发酵基料与糖水混合后,添加 1% 白砂糖、三氯蔗糖和安赛蜜各 0.125% 的比例配置乳酸菌饮品,控制蛋白质含量分别为 0.7%、0.9%、1.1%、1.3%、1.5%,将 pH 值调至 3.65,均质压力为 20 MPa,进行感官评定,筛选合适的蛋白质含量。

1.3.7 不同酸度 采用褐变时间 2 h、蛋白质含量 1.1%,将酸度分别调节到 50、55、60、65、70 °T,对饮品进行感官评定。

1.3.8 工艺条件的优化 选择美拉德反应时间、蛋白质含量、酸度为正交试验的 3 个因素,设置 3 个水平离心沉淀率为响应值进行 3 因素 3 水平正交试验,正交试验设计见表 2。使用 SPSS 软件对正交试验结果进行方差分析。

表 2 褐色乳酸菌饮料工艺条件优化  $L_9(3^3)$  正交试验因素水平

水平	因素		
	A:褐变时间 (min)	B:蛋白质含量 (%)	C:酸度 (°T)
1	90	0.9	55
2	120	1.1	60
3	150	1.3	65

2 结果与分析

2.1 甜味剂的确定

因为产品制备中大量降低蔗糖的添加,需要甜味剂来补充相应的甜度,本研究选取的甜味剂有甜菊糖苷(200 倍甜度)、三氯蔗糖(600 倍甜度)、阿斯巴甜(200 倍甜度)、安赛蜜(200 倍)。笔者根据经验及相应试验后品尝后发现,甜菊糖苷在该体系中略带苦味,且容易察觉;阿斯巴甜与三氯蔗糖单独使用时,口感上甜味剂的痕迹较为明显,甜味不太自然;单独使用安赛蜜由于使用量过高,容易违反 GB 2760-2011《食品添加剂使用标准》中相关规定;三氯蔗糖与安赛蜜复配时互补性较高,口感相对较为自然,因此采取三氯蔗糖与安赛蜜不同复配比例进行验证。选择大豆多糖(添加量 0.4%)作为

稳定剂,白砂糖添加量为 1%,用复配甜味剂配制蛋白质浓度为 1% 的褐色饮品,甜味剂添加量以折合 10 g 蔗糖的甜度计算。三氯蔗糖与安赛蜜复配比例及结果见表 3。

表 3 三氯蔗糖与安赛蜜的复配比例对褐色饮品口感的影响

三氯蔗糖:安赛蜜	得分 (分)	总体评价(人次)		
		优	良	一般
3:1	80.7	25	18	7
2:1	86.1	34	12	4
1:1	92.5	40	7	3
1:2	94.6	43	6	1

由表 3 看出,三氯蔗糖与安赛蜜复配比值越低,口感搭配越好,但安赛蜜在国标中规定的最高添加量为 0.3 g/kg,如果三氯蔗糖与安赛蜜的复配比例低于 1:1 时,达到 1:2 时候,安赛蜜添加量达到 0.02%,与国标规定限值接近,从规避风险的角度考虑,选择 1:1 为最优复配比例。

2.2 美拉德反应时间

牛奶中的蛋白质等氨基化合物和葡萄糖或其他碳水化合物之间在热处理时间较长、温度较高时会发生明显的美拉德反应,美拉德反应的产物使产品呈现褐色,并赋予产品独特的香气。本试验不同保温处理下饮品感官评定见表 4。可以看出,随着褐变的时间增加,褐变的颜色越来越深,褐变时间低于 60 min;当褐变时间大于 150 min,颜色较深,造成一定的视觉压力,颜色有些不太自然。此外,颜色较浅的基料做成的褐色饮品特征口感不明显,香气较弱;颜色较深基料做成的褐色饮品,独特风味过重,口感反而不自然。综合看来,褐变 90 ~ 150 min 色泽较为自然,口感较好,独特香气自然,是较为理想的褐变时间,其中最佳的褐变时间为 2 h。

表 4 褐变时间对基料颜色及褐色饮品口感的影响

褐变时间 (min)	色泽	得分 (分)	总体评价(人次)		
			优	良	一般
30	接近乳白色	81.0	24	18	8
60	较浅褐色	84.5	30	14	6
90	浅褐色	88.3	36	12	2
120	褐色	94.7	44	5	1
150	较深褐色	89.1	37	11	2
180	深褐色	86.2	32	14	4

2.3 蛋白质含量

从表 5 可以看出,随着蛋白质含量的升高,饮品口感得分先上升后降低,表明蛋白质含量对产品质量有一定的影响。在蛋白质含量在较低时,添加的基料较少,发酵风味较弱,此外还需柠檬酸调节 pH 值到 3.65,柠檬酸所带来的口感不如发酵产生的酸味自然柔和;蛋白质含量较高时,发酵基料的添加比例较高,饮品偏酸偏涩,发酵风味过于浓郁,口味偏重,加上甜味剂的口感不如白砂糖自然,甜感释放时间更长,品尝时较为突出的先酸涩后甜的矛盾更为凸显。根据感官评定结果来看,蛋白质含量选取 0.9% ~ 1.3% 时口感较好。

2.4 酸甜度

在本试验中,一直保持同样的酸甜比,评定发现,酸度对褐色饮品的口感有一定的影响。随着酸度升高,消费者的喜好度先上升后降低,在酸度达 60 °T 时,得分最高,达到 94.7 分,随后降低(表 6)。这可能是因为,酸度较低时,甜度也较

表 5 蛋白质浓度对褐色饮品口感的影响

蛋白质含量 (%)	得分 (分)	总体评价(人次)		
		优	良	一般
0.7	84.1	30	14	6
0.9	91.7	39	8	3
1.1	94.7	44	5	1
1.3	92.1	40	8	2
1.5	83.9	30	13	7

表 6 酸度对褐色饮品口感的影响

酸度(°T)	得分 (分)	总体评价(人次)		
		优	良	一般
50	79.7	26	14	10
55	88.1	37	10	2
60	94.7	44	5	1
65	89.1	38	9	3
70	82.4	28	14	8

低,对消费者味觉酸甜的刺激不足,同时酸甜还不足以掩盖发酵带来的特征风味,涩感突出;在酸度较高时,甜度也较高,甜味剂的不自然风味又突出。综合来看,较为合理的酸度范围为 55~65 °T。

2.5 工艺条件的优化

由表 7 分析可知,影响褐色乳酸菌饮品感官从主到次的因素排序为褐变时间、酸度、蛋白质含量,由表 8 分析结果可知,经过 *P* 值检验,A、B、C 3 个因素 *P* 值都在 0.01 以下,表明褐变时间、蛋白质含量和酸度都影响极显著,根据正交试验结果推出 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub> 为最佳方案,按 A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub> 条件进行实验,感官得分为 94.7,感官评定结果高于正交试验结果,确定褐变 2 h,蛋白质含量为 1.1%、酸度 60 °T 为最佳工艺条件。

表 7 褐色乳酸菌饮料工艺条件优化 L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>) 正交试验结果

试验号	A	B	C	感官得分
1	1	1	1	78.2
2	1	2	2	88.3
3	1	3	3	78.7
4	2	1	2	91.6
5	2	2	3	89.1
6	2	3	1	85.3
7	3	1	3	78.5
8	3	2	1	82.7
9	3	3	2	85.2
<i>k</i> <sub>1</sub>	81.733	82.767	82.067	
<i>k</i> <sub>2</sub>	88.667	86.700	88.367	
<i>k</i> <sub>3</sub>	82.133	83.067	82.100	
<i>R</i>	6.894	3.933	6.300	

表 8 褐色乳酸菌饮料工艺条件优化方差分析结果

方差来源	平方和	自由度	均方	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
A	90.916	2	45.458	670.689	0.001
B	28.762	2	14.381	212.180	0.005
C	78.962	2	39.481	582.508	0.002
误差	0.136	2	0.068		
总计	63 971.860	9			

3 结论

褐变时间、蛋白质含量、酸度对褐色乳酸饮口的品质均有极显著影响;单因素试验表明,最佳的褐变时间为 90~150 min,蛋白质浓度为 0.9%~1.3%,酸度为 55~65 °T。正交试验结果表明,影响褐色乳酸菌饮品感官从主到次的因素排序为褐变时间、酸/甜度、蛋白质含量。褐变 120 min、蛋白质含量为 1.1%、酸度为 60 °T 组合条件最佳,在该条件下褐色乳酸菌饮料风味浓郁,酸甜涩搭配较佳,口感最好。

参考文献:

[1]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(8):242-244.

[2]邵士凤,刘 洋,提伟钢. 褐色乳酸菌饮料加工工艺优化[J]. 乳业科学与技术,2014,37(3):1-4.

[3]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(1):180-183.

[4]Bertazzoni M E,Benini A,Marzotto M,et al. Assessment of novel probiotic *Lactobacillus casei* strains for the production of functional dairy foods[J]. International Dairy Journal,2004,14(8):723-736.

[5]Stanton C,Ross R P,Fitzgerald G F,et al. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites[J]. Current Opinion in Biotechnology,2005,16(2):198-203.

[6]Chen L W,Caballero B,Mitchell D C,et al. Reducing consumption of sugar-sweetened beverages is associated with reduced blood pressure;a prospective study among United States adults[J]. Circulation,2010,121(22):2398-2406.

[7]Brown I J,Stamler J,van Horn L,et al. Sugar-sweetened beverage, sugar intake of individuals, and their blood pressure: international study of macro/micronutrients and blood pressure[J]. Hypertension,2011,57(4):695-701.

[8]汤 瑾,周翠英,周建俭,等. 甜菊糖苷在杨梅汁饮料中的应用[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):241-243.

[9]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.

[10]韩 梅,徐致远,沈 玲,等. 褐色乳酸菌饮料的研制[J]. 江苏农业科学,2013,41(7):243-245.