

大麦若叶西兰花酸奶的制备工艺优化

郑清¹, 王刚^{1*}, 卞雪芬¹, 石吉宇¹, 胡成烜¹, 黄紫霞¹, 王春吉²

(1. 盐城工学院海洋与生物工程学院, 江苏盐城 224051) (2. 盐城市粮油作物技术指导站, 江苏盐城 224051)

摘要: 为了增加大麦若叶和西兰花的利用新途径, 同时增加酸奶的保健价值, 该研究中将以大麦若叶、西兰花、脱脂奶粉为主要原料, 制作了大麦若叶西兰花酸奶。并且通过单因素试验以及正交试验对大麦若叶西兰花酸奶的工艺和配方进行优化, 同时对不同工艺和配方下的酸奶的质构进行探究分析, 最后还将对大麦若叶西兰花酸奶的抗氧化性和酸度进行研究。研究结果表明, 大麦若叶西兰花酸奶的最佳配方为: 以复原乳为基准, 大麦若叶汁 15%, 西兰花汁 12%, 蔗糖 7%, 发酵剂接种量为 0.6%, 发酵时间为 6 h, 明胶添加量为 0.1%。最终产品保留了大麦若叶西兰花二者的营养成分, 凝乳均匀, 无乳清析出, 淡淡的青麦味, 酸甜合适, 色泽饱满, 酸奶的硬度为 191.7 gf、胶着性为 79.4 gf、黏聚性为 0.39, 同时抗氧化活性大大提高, 酸度符合国家标准。

关键词: 大麦若叶; 西兰花; 酸奶工艺; 抗氧化活性; 酸度

文章编号: 1673-9078(2022)07-240-246

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.7.1072

Preparation Process Optimization of Barley Leaf Broccoli Yogurt

ZHENG Qing¹, WANG Gang^{1*}, BIAN Xuefen¹, SHI Jiyu¹, HU Chengxuan¹, HUANG Zixia¹, WANG Chunji²

(1.School of Marine and Biological Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng 224051, China)

(2.Yancheng Grain and Oil Crop Technical Guidance Station, Yancheng 224051, China)

Abstract: In order to increase the utilization of barley leaf and broccoli and increase the health value of yogurt, barley leaf broccoli yogurt was made with barley leaf, broccoli and skimmed milk powder as the main raw materials. In addition, the process and formula of barley broccoli acid are optimized by univariate test and orthogonal test, and the qualitative structure of yogurt under different processes and formulas was explored and analyzed. Finally, the antioxidant properties and acidity of barley leaf broccoli yogurt were studied. The results showed that the best formula of barley broccoli yogurt was as follows: Based on the reconstituted milk, barley juice 15%, broccoli juice 12%, sucrose 7%, starter inoculation amount 0.6%, fermentation time 6 h, and gelatin addition amount 0.1%. The final product retains the nutritional components of barley leaf broccoli, with uniform curd, no whey precipitation, light green wheat flavor, suitable acidity and sweetness, full color. The hardness of yogurt is 191.7 gf, the adhesion is 79.4 gf, and the cohesion is 0.39. At the same time, the antioxidant activity is greatly improved, and the acidity meets the national standard.

Key words: barley leaves; broccoli; yogurt process; antioxidant activity; acidity

引文格式:

郑清,王刚,卞雪芬,等.大麦若叶西兰花酸奶的制备工艺优化[J].现代食品科技,2022,38(7):240-246,+97

ZHENG Qing, WANG Gang, BIAN Xuefen, et al. Preparation process optimization of barley leaf broccoli yogurt [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(7): 240-246, +97

酸奶是一种以牛乳或乳粉为原料接入乳酸菌发酵后制成一种发酵型乳制品^[1]。其营养成分丰富, 其中乳蛋白变成微小的凝乳粒, 乳糖被水解, 有利于人体的吸收, 深受患有软糖不耐症的人群的欢迎。酸奶具

收稿日期: 2021-09-25

基金项目: 大麦叶片营养品质研究及食品开发 (YG2021051718); 江苏现代农业 (特粮特经) 产业技术体系建设专项资金 (JATS[2020]202)

作者简介: 郑清 (1971-), 女, 副教授, 研究方向: 植物资源利用开发与保护, E-mail: zq7104@126.com

通讯作者: 王刚 (1998-), 男, 本科生, 研究方向: 食品科学与工程, E-mail: wg9804262@qq.com

有止泻、促消化、降低胆固醇、抗氧化等功能, 获得全球健康食品的认可^[2,3]。在国际市场中, 酸奶制品年增长速率最快的一种乳制品, 每年有 1000 种左右的新品酸奶处于研发状态^[4], 产品竞争激烈。

大麦若叶, 即生长至 20~30 cm 的大麦的嫩叶, 嫩绿多汁, 常用来制作青汁或者大麦若叶粉。其含有 β -胡萝卜素、抗氧化酵素、不饱和脂肪酸、粘多糖、黄酮等多种物质, 具有高蛋白、高维生素、高膳食纤维、低脂肪、低碳水化合物等特性, 具有多种保健功能。在《本草纲目》和《普济方》中都记载大麦若叶的相关功效, 在现代研究中也发现其具有抗衰老、改

善睡眠、提高记忆力、缓解焦虑、抑癌、缓解结肠炎等功效^[5-9]。西兰花,属于十字花科,被称为“蔬菜皇后”,拥有蛋白质、维生素、矿物质、黄酮、多酚、有机硒、硫代葡萄糖苷、萝卜硫素(萝卜硫素前体)等营养物质和活性物质,具有降低胆固醇、降低多种慢性病的发病率以及抑癌等多种功效,特别是硒和萝卜硫素具有很好的抑癌功效,萝卜硫素更是目前最强的抗癌活性物质^[10-14]。

本研究根据现有市场和人们对于健康的追求,将复原乳和大麦若叶汁、西兰花汁等原辅料混合,添加直投式复合发酵剂制成大麦若叶西兰花酸奶,丰富酸奶品种,增加酸奶的保健功效,同时可以为大麦若叶和西兰花的利用提供新的途径。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

材料:大麦若叶,实验室种植;西兰花,购自盐城悦达广场永辉超市;脱脂奶粉,内蒙古伊利实业集团有限公司;明胶,河南蜜丹儿商贸有限公司;蔗糖,南京甘汁园糖业有限公司;川秀22菌,北京川秀科技有限公司。

试剂:维生素C(Vc),分析纯,华中药业股份有限公司;NaOH、邻苯二甲酸氢钾、酚酞,分析纯,国药集团化学试剂有限公司;NaCl、无水乙醇,分析纯,江苏彤晟化学试剂有限公司;DPPH,分析纯,福州飞净生物科技有限公司。

1.1.2 主要仪器设备

电磁炉,浙江苏泊尔股份有限公司;HWS-26恒温水浴锅,上海一恒科学仪器有限公司;榨汁机,九阳股份有限公司;ME104E分析天平,梅特勒-托利多仪器有限公司;DL-4005酸奶机,多乐;H1850R高速冷冻离心机,湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;TA.XTC质构仪,上海保圣实业发展有限公司。

1.2 工艺流程

大麦若叶→大麦若叶汁 西兰花汁←西兰花
↓
脱脂奶粉→复原乳→杀菌→接种→发酵→冷藏→后熟→成品
↑
明胶、蔗糖

1.3 操作要点

1.3.1 制备大麦若叶汁

选取10~20 cm的麦苗嫩叶,洗净,采取最佳工艺漂烫(1% NaCl溶液,90 °C,1~2 min),后以冷水漂洗,然后采用0.2%的Vc溶液护色,捞出冲洗干净。麦苗经打浆(水:麦苗=5:1)、四层纱布过滤,得到大麦若叶汁,冰箱冷藏待用,使用时需充分震荡汁液^[15]。

1.3.2 制备西兰花汁

购买新鲜、花球无损坏的西兰花,去除主要主茎,分成小块,采取最佳工艺漂烫(自来水,95 °C,1 min),取出以冷水漂洗,然后采用0.2%的Vc溶液护色,捞出冲洗干净。将护色后的西兰花经打浆(水:西兰花=5:1)、四层纱布过滤,得到西兰花汁,冰箱冷藏待用,使用时需充分震荡汁液^[11,16]。

1.3.3 调配

奶粉:水=25 g:160 mL,明胶添加量为0.1%。依次加入所需比例的原料并混合均匀。

1.3.4 杀菌

将混合液放入水浴锅中,以90 °C,保温5 min杀菌,取出,迅速将混合料液冷却至42 °C左右后准备接种。

1.3.5 接种发酵

冷却后,按照所需比例加入发酵剂。

1.3.6 冷藏后熟

将发酵后酸奶立即放到0~4 °C的冰箱中冷藏后熟,保存12~14 h,用来抑制乳酸菌的生长,并使酸奶形成稳定的结构。

1.4 单因素试验

大麦若叶汁添加量、西兰花汁添加量、蔗糖添加量、发酵时间及发酵剂添加量五个因素,根据预实验结果对以上五个因素设置相关变量水平,最终通过感官评价得出最适原辅料配比。

奶粉每袋25 g,1 mL水按1 g计算,以下百分数全为以复原乳质量为基础的质量比。

1.4.1 大麦若叶汁添加量的确定

选取大麦若叶汁添加量的四个水平分别为5%、10%、15%、20%,西兰花汁添加量为9%,蔗糖添加量为6%,发酵剂添加量为0.6%,明胶添加量为0.1%,发酵时间为6 h,制成酸奶并对该组酸奶进行感官评价。

1.4.2 西兰花汁添加量的确定

选取西兰花汁添加量的四个水平分别为6%、9%、12%、15%,大麦若叶汁添加量为15%,蔗糖添加量为6%,发酵剂添加量为0.6%,明胶添加量为0.1%,发酵时间为6 h,制成酸奶并对该组酸奶进行感官评价。

表 1 $L_9(3^4)$ 正交实验因素水平表Table 1 $L_9(3^4)$ orthogonal experimental factor level

水平	因素			
	A 大麦若叶汁添加量/%	B 西兰花汁添加量/%	C 蔗糖添加量/%	D 发酵剂接种量/%
1	10	6	6	0.6
2	15	9	7	0.8
3	20	12	8	1.0

表 2 大麦若叶西兰花酸奶的感官评定标准

Table 2 Sensory assessment criteria for barley leaf broccoli yogurt

评定指标	评分标准
组织状态 (30 分)	凝乳紧密、稳定, 均匀一致, 几乎无乳清析出 (21~30 分)
	凝乳不太紧密, 有少量乳清析出 (11~20 分)
	凝乳粗糙或柔软不紧密, 有大量乳清析出 (0~10 分)
风味 (20 分)	明显的酸奶风味, 并伴随有淡淡的青麦味, 气味和谐 (16~20 分)
	酸奶风味偏淡, 气味不和谐, 无青麦味 (8~15 分)
	味道混乱, 且无酸奶应有的风味 (0~7 分)
口感 (30 分)	酸甜适中, 乳酸味浓厚且柔和, 口感细腻, 且有淡淡的青麦味和西兰花味 (21~30 分)
	乳酸味淡, 口感不是十分细腻, 微酸或微甜 (11~20 分)
	酸甜不协调, 过酸或过甜, 口感粗糙, 无法接受 (0~10 分)
色泽 (20 分)	颜色分布的很均匀, 整体为黄绿色或淡绿色 (16~20 分)
	颜色分布得较均匀或整体呈现麦黄色 (8~15 分)
	颜色分布不均匀或直接呈现极淡的麦黄色或乳白色 (0~7 分)

1.4.3 蔗糖添加量的确定

选取蔗糖添加量的四个水平分别为 5%、6%、7%、8%，大麦若叶汁添加量为 15%，西兰花汁添加量为 9%，发酵剂添加量为 0.6%，明胶添加量为 0.1%，发酵时间为 6 h，制成酸奶并对该组酸奶进行感官评价。

1.4.4 发酵时间的确定

选取发酵时间的四个水平分别为 4、5、6、7 h，大麦若叶汁添加量为 15%，西兰花汁添加量为 9%，蔗糖添加量为 6%，发酵剂添加量为 0.6%，明胶添加量为 0.1%，制成酸奶并对该组酸奶进行感官评价。

1.4.5 发酵剂接种量的确定

选取发酵剂添加量的四个水平分别为 0.4%、0.6%、0.8%、1.0%，大麦若叶汁添加量为 15%，西兰花汁添加量为 9%，蔗糖添加量为 6%，明胶添加量为 0.1%，发酵时间为 6 h，制成酸奶并对该组酸奶进行感官评价。

1.5 正交试验

用 Excel 对单因素实验结果进行单因素方差分析, 选取以下四个因素及合适水平进行正交试验。

1.6 酸奶的感官评价标准

选择 5 男 5 女共计 10 名食品专业的学生, 在进行

相关培训后, 对酸奶的组织状态 (30 分)、风味 (20 分)、口感 (30 分)、色泽 (20 分) 共 4 个方面进行打分, 最终结果取平均值。评定标准见表 2。

1.7 酸奶质构的测定

采用质构仪对酸奶进行全质构的测定, 可以将人的感官通过数据具体表达出来, 以此对酸奶的质构进行相关分析。

采用 TA.XTC 质构仪, 探头为柱形探头 (TA/36R), 测定单因素试验和最佳工艺酸奶的硬度、胶着性、黏聚性。具体参数: 实验类型: 全质构测试, 测试类型: 下压, 目标数值: 20 mm, 时间: 5 s, 测试前速度: 3 mm/s, 测试速度: 1 mm/s, 测试后速度: 10 mm/s, 触发点类型: 力, 触发点数值: 0.0147 N^[17]。

1.8 抗氧化活性的测定

参考 Mahtala Salehi 等^[3]、李楠等^[18]、冯红霞等^[19]的方法测定大麦若叶西兰花酸奶的 DPPH 自由基清除能力, 并适当改动。配制 0.16 mmol/L 的 DPPH 乙醇溶液于棕色瓶中, 混匀后 4 °C 备用。将 1.50 g 待测酸奶用无水乙醇定容至 50 mL, 4000 r/min 离心 15 min。取上清液和 DPPH 乙醇溶液各 3 mL, 混匀后放置黑暗中静置 15 min, 在 517 nm 处测吸光度。进行

三次，得平均值。计算公式如下：

$$\text{清除率}(\%) = \frac{A_{\text{空白}} - (A_{\text{样品}} - A_{\text{对照}})}{A_{\text{空白}}} \times 100\%$$

式中：

$A_{\text{样品}}$ ——样品和 DPPH 溶液反应后的吸光度；

$A_{\text{对照}}$ ——样品和无水乙醇反应后的吸光度；

$A_{\text{空白}}$ ——蒸馏水和 DPPH 溶液反应后的吸光度。

1.9 酸度的测定

参照 GB/T 5009.239-2016《食品酸度的测定》，采用 NaOH 直接滴定法测定酸度^[20]。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果与分析

2.1.1 大麦若叶汁添加量单因素试验

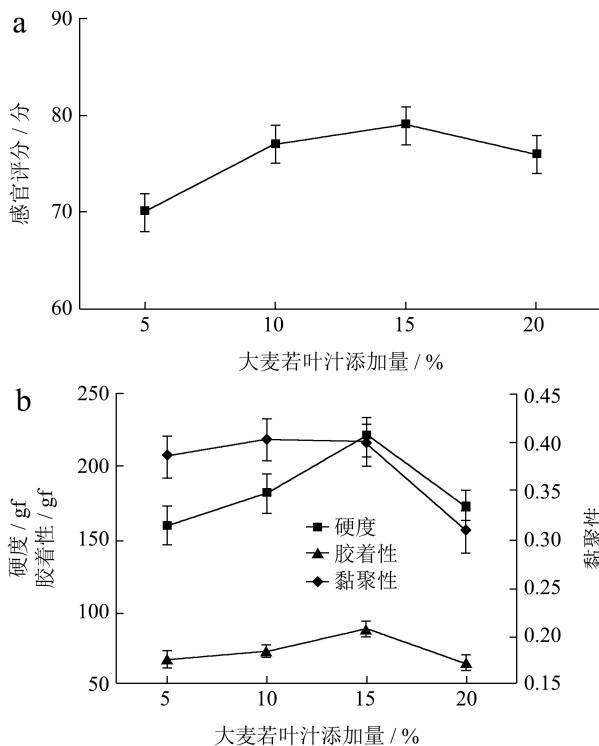


图1 大麦若叶汁添加量对酸奶品质(a)和质构(b)的影响

Fig.1 Effect of the amount of barley leaf juice on the quality (a) and texture (b) of yogurt

由图 1a 可知，随着大麦若叶汁添加量的增加，感官评分的趋势是先上升后下降，最高分是添加量为 15% 处。此处酸奶色泽较为均匀，口感细腻，各风味间相互协调。当添加量低于 15% 时酸奶色泽较淡，几乎为乳白色；而添加量高于 15% 时，色泽的均一性较差，青麦味较重，风味间不协调。图 1b 表示，随着大麦若叶汁添加量的增加，酸奶的硬度、胶着性、黏聚性的普遍趋势都是向上升后下降，在 15% 的添加量时

为峰值。综合分析，大麦若叶汁最佳添加量为 15%。

2.1.2 西兰花汁添加量单因素试验

由图 2a 可知，随着西兰花汁添加量的增加，感官评分的趋势是先上升后下降，最高分是添加量为 9%。西兰花汁为青绿色，较大麦若叶汁的颜色浅，故对色泽影响不大；同时汁液的味较淡，故制成酸奶后，通过嗅觉只能闻到酸奶风味和淡淡的青麦味。当西兰花汁添加量低于 9% 时，品尝时酸奶中没有明显的西兰花味；当添加量超过 9%，由于西兰花汁的颗粒物较多，故添加量越多则酸奶的组织状态就越差，颗粒感越强。图 2b 表示，随着西兰花汁添加量的增加，硬度和胶着性都是呈现下降的趋势，而黏聚性是呈现上升的趋势，当西兰花汁添加量为 9%，酸奶的各个性质都处于中间值，较为适宜。因此，综合分析，选西兰花汁最佳添加量为 9%。

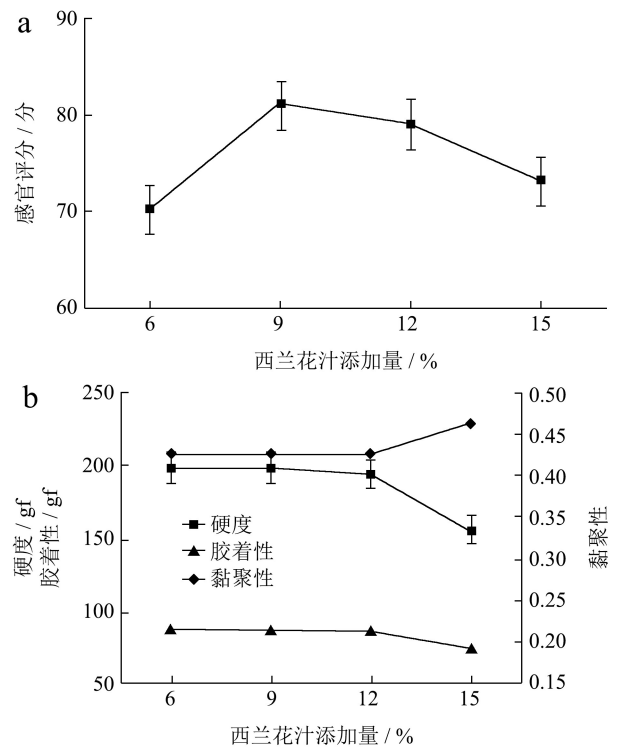


图2 西兰花汁添加量对酸奶品质(a)和质构(b)的影响

Fig.2 Effects of the amount of broccoli juice on the quality (a) and texture (b) of yogurt

2.1.3 蔗糖添加量单因素试验

由图 3a 可知，随着蔗糖添加量的增加，感官评分的趋势是先上升后下降，最高分是添加量为 7% 处。蔗糖的添加量影响着酸奶的酸甜比、口感。当蔗糖添加量低于 7% 时，由于酸奶含糖量较低，发酵剂添加量相同，发酵时间相同，故酸奶的甜度偏低，影响了酸奶的口感，同时蔗糖又是菌种的主要碳源，故发酵不足，酸度又不够；当蔗糖添加量超过 7% 时，酸奶会过甜，同时菌种生长环境的渗透压升高，会导致菌

种活力不足,影响糖酸的转化,故最后影响口感。图3b表示,随着蔗糖添加量的增加,硬度和胶着性都是先上升后下降的趋势,而黏聚性事先下降后上升,最

佳的添加量为6%,综合分析,在感官和质构结果相差不大的情况下,以感官为主,蔗糖的最佳添加量为7%。

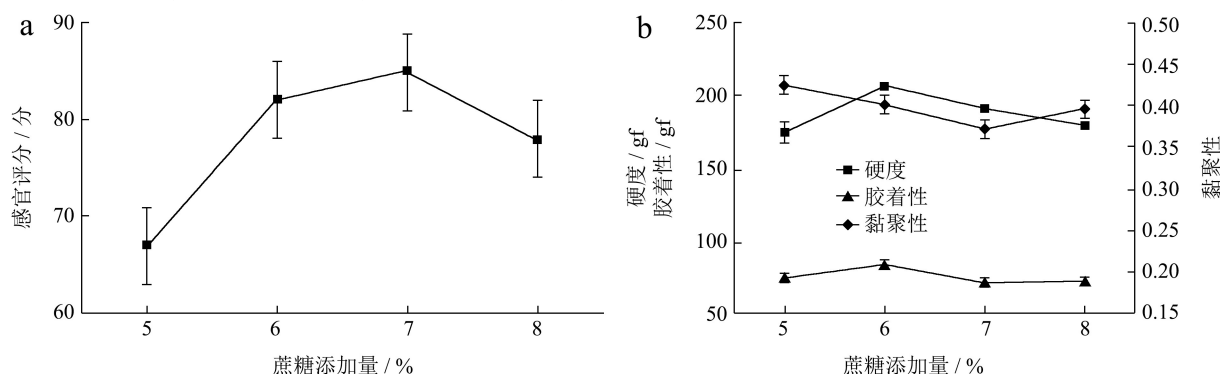


图3 蔗糖添加量对酸奶品质(a)和质构(b)的影响

Fig.3 Effect of the amount of sucrose on the quality (a) and texture (b) of yogurt

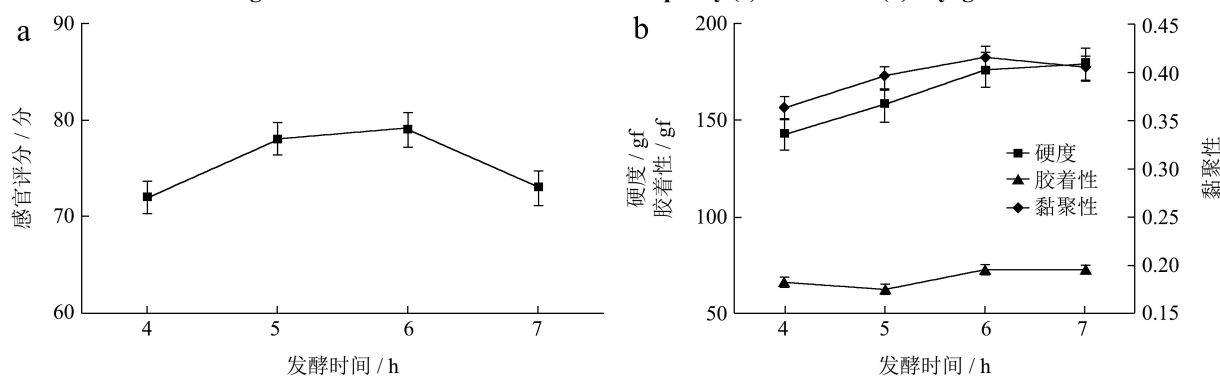


图4 发酵时间对酸奶品质(a)和质构(b)的影响

Fig.4 Effect of the fermentation time on the quality (a) and texture (b) of yogurt

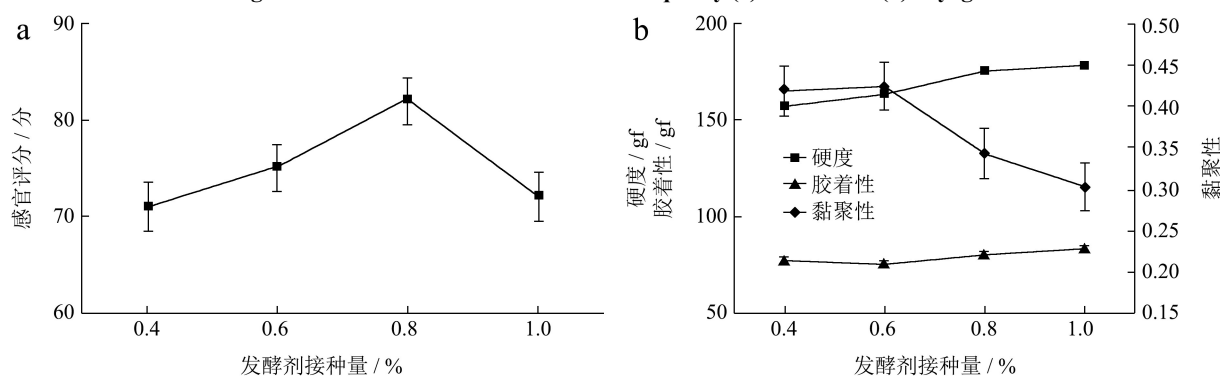


图5 发酵剂添接种量对酸奶品质(a)和质构(b)的影响

Fig.5 Effect of the inoculation amount of fermentation agent on quality (a) and texture (b) of yogurt

2.1.4 发酵时间单因素试验

由图4a可知,随着发酵时间的增加,感官评分的趋势是先上升后下降,最高分是发酵时间为6h处。发酵时间会影响酸奶的口感、组织状态、色泽、风味,当发酵时间低于6h时,发酵时间不足,导致酸奶的酸度不足,风味不纯,同时也会导致酸奶没有形成胶体,乳清析出;当发酵时间超过6h时,酸奶发酵过度,酸奶酸度变高,不适宜饮用,同时发酵过度,产生酸增加会导致乳清析出和酸奶颜色变黄。图4b表

示,硬度和胶着性都呈现上升趋势,而黏聚性先上升,后有些许下降,可能是酸奶发酵过度。综合分析,发酵最佳时长为6h。

2.1.5 发酵剂接种量单因素试验

由图5a可知,随着发酵剂接种量的增加,感官评分的趋势是先上升再下降,最高分是发酵剂接种量为0.8%处。本次实验所使用的发酵剂为川秀22菌,接种量低于0.8%时,同等条件下,接种量越低,凝固型酸奶越难成型,组织状态越是稀稠,而且由于产酸不

够酸奶偏甜；当接种量高于 0.8%时，同等条件下，酸奶乳清析出较多，出现偏酸等现象。图 5b 表示，随着发酵剂接种量的增加，硬度和胶着性都呈现上升趋势，黏聚性呈现向上升后下降的趋势。综合分析，发酵剂最佳接种量为 0.8%。

表 3 单因素试验方差分析

Table 3 Test variance analysis of single factors

因素	感官评分		
	F 值	p 值	显著性
大麦若叶汁添加量	4.12	4.9×10^{-2}	*
西兰花汁添加量	4.57	3.8×10^{-2}	*
蔗糖添加量	12.30	2.3×10^{-3}	**
发酵时间	2.94	9.9×10^{-2}	
发酵剂接种量	6.44	1.5×10^{-2}	*

注：“**”表示差异极显著 ($p < 0.01$)；“*”表示差异显著 ($p < 0.05$)。

2.2 正交试验结果与分析

表 4 正交试验结果与分析

Table 4 Results and analysis of orthogonal test

试验号	A	B	C	D	感官评分/分
1	1	1	1	1	71
2	1	2	2	2	76
3	1	3	3	3	68
4	2	1	2	3	80
5	2	2	3	1	73
6	2	3	1	2	76
7	3	1	3	2	74
8	3	2	1	3	71
9	3	3	2	1	83
k_1	71.67	75.00	72.67	75.67	
k_2	76.33	73.33	79.67	75.33	
k_3	76.00	75.67	71.67	73.00	
R	4.33	2.33	8.00	2.67	

根据表 4 可知，大麦若叶汁添加量 (A)、西兰花汁添加量 (B)、蔗糖添加量 (C)、发酵剂接种量 (D) 4 因素的主次顺序为 $C > A > D > B$ ，优化后的最佳组合为 $A_2B_3C_2D_1$ ，通过验证试验，该组合制得酸奶的感官评分为 86 分，高于正交试验中最高分组合 $A_3B_3C_2D_1$ (83 分)。因此得出的最佳配方即大麦若叶添加量为 15%，西兰花汁添加量为 12%，蔗糖添加量为 7%，发酵剂接种量为 0.6%，发酵时间为 6 h，明胶添加量为 0.1%，最终制备的酸奶表面几乎无乳清析出，酸奶质构紧密，较为浓稠，与老酸奶相似；能够闻到较为明显的酸奶风味和淡淡的青麦味，气味和谐；品尝后

酸奶没有明显的颗粒感，且酸甜合适，带有淡淡的青麦味和西兰花味；色泽为黄绿色，颜色分布较为均匀；此时酸奶的硬度为 191.7 gf、胶着性为 79.4 gf，黏聚性为 0.39。

2.3 抗氧化活性的测定结果分析

以 DPPH 自由基的清除率为例测定酸奶的抗氧化活性，分别测定最优工艺条件下大麦若叶、西兰花风味酸奶和在同样条件下未添加大麦若叶汁和西兰花汁酸奶的 DPPH 自由基的清除率。从图 6 中可以看出大麦若叶、西兰花风味酸奶的 DPPH 自由基的清除率明显高于对照组的清除率，说明加入大麦若叶和西兰花能够明显提高酸奶的抗氧化性。

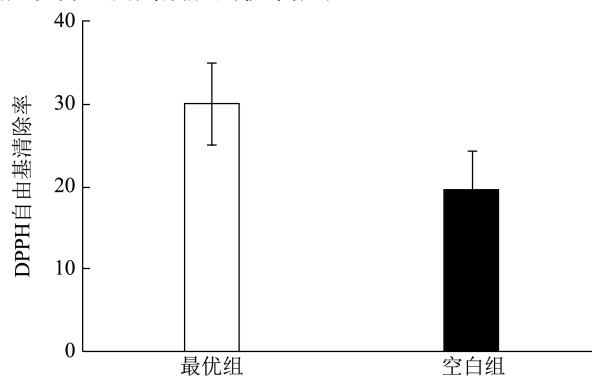


图 6 大麦若叶西兰花酸奶的 DPPH 自由基清除能力

Fig.6 DPPH free radical clearance capacity of barley leaf broccoli yogurt

2.4 酸奶酸度的测定结果与分析

本次测定了最佳工艺和其空白对照的酸度，并测量市场已有品种酸奶的酸度，进行对比。

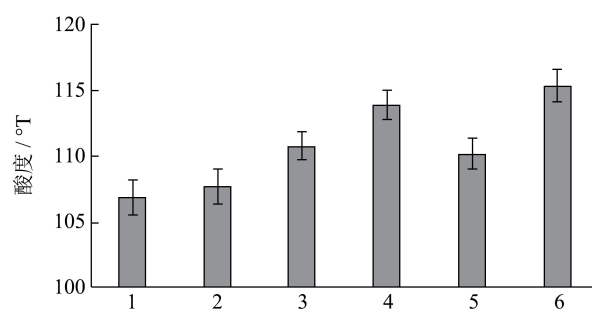


图 7 不同酸奶的酸度

Fig.7 The acidity of different yogurt

注：1-最优组，2-空白组，3-简爱原味，4-光明如实（白桃汁优酪乳），5-蒙牛冠益乳（风味发酵乳），6-纯享（青稞+苹果）。

图中酸奶的酸度都在 105~115 °T 之间，相差不大，最优组的酸度为 106.73 °T，参照食品安全国家标准《GB 19302-2010 发酵乳》^[21]中酸度的规定： ≥ 70 °T。

所以该大麦若叶西兰花酸奶符合酸奶的国家标准酸度。

3 结论

经过单因素和正交试验,得出大麦若叶、西兰花风味酸奶的最佳工艺为大麦若叶添加量为15%,西兰花汁添加量为12%,蔗糖添加量为7%,明胶添加量为0.1%,发酵剂接种量为0.6%,发酵时间为6h,按照此工艺制成的酸奶的硬度为191.7 gf,胶着性为79.4 gf,黏聚性为0.39,同时具有较强的抗氧化活性,产品具有一定的市场开发前景。

参考文献

- [1] 郑清,刘汉文,彭英云.凝固型紫甘薯酸奶的研制[J].食品工业,2012,3:9-12
ZHENG Qing, LIU Hanwen, PENG Yingyun. Development of solidified purple sweet potato yogurt [J]. Food Industry, 2012, 3: 9-12
- [2] 何书美,刘敬兰,刘会敏.用清除有机自由基法评价酸奶的抗氧化活性[J].中国乳品工业,2010,38(10):18-20
HE Shumei, LIU Jinglan, LIU Huimin. The antioxidant activity of yogurt was evaluated by the removal organic radical method [J]. China Dairy Industry, 2010, 38(10): 18-20
- [3] Mahtala Salehi, Mohammad Ghorbani, Alireza Sadeghi Mahoonk, et al. Physicochemical, antioxidant and sensory properties of yogurt fortified with common purslane (*Portulaca oleracea*) extract [J]. Journal of Food Measurement and Characterization, 2021, 15: 4288-4296
- [4] 李军霞.国内酸奶品牌的内容营销策略研究[D].沈阳:辽宁大学,2020
LI Junxia. Research on the content marketing strategy of domestic yogurt brands [D]. Shenyang: Liaoning University, 2020
- [5] 郑国利,马泉,姚远,等.大麦若叶产品营养成分分析与评价[J].粮食与油脂,2021,34(4):141-155
ZHENG Guoli, MA Quan, YAO Yuan, et al. Analysis and evaluation of barley leaf products [J]. Food and Grease, 2021, 34(4): 141-155
- [6] 李志刚,许琦,袁奇,等.大麦若叶粉成分分析及其青汁稳定性研究[J].中国食品添加剂,2021,3:40-45
LI Zhigang, XU Qi, YUAN Qi, et al. Analysis of barley leaf powder composition and stability of green juice [J]. China Food Additives, 2021, 3: 40-45
- [7] 陈琼,阮梦婷,常冉,等.大麦若叶青汁粉多酚超声助提工艺优化研究[J].赤峰学院学报,2021,37(5):16-20
CHEN Qiong, RUAN Mengting, CHANG Ran, et al. Optimization on ultrasonic lifting technology of barley leafy juice [J]. Journal of Chifeng College, 2021, 37(5): 16-20
- [8] 蒋变玲,刘霞,陈琼,等.大麦若叶青汁粉总黄酮的超声提取[J].肇庆学院学报,2020,41(5):6-11
JIANG Bianling, LIU Xia, CHEN Qiong, et al. Ultrasonic extraction of total flavonoids from barley leafy juice powder [J]. Journal of Zhaoqing College, 2020, 41(5): 6-11
- [9] Tian Meiling, Li Daotong, Ma Chen, et al. Barley leaf insoluble dietary fiber alleviated dextran sulfate sodium-induced mice colitis by modulating gut microbiota [J]. Nutrients, 2021, 13(3): 846-846
- [10] 张睿,于建丽,宋璇,等.西兰花萝卜硫苷提取物的抑菌及体外免疫活性探究[J].食品研究与开发,2021,42(4):1-7
ZHANG Rui, YU Jianli, SONG Xuan, et al. Study on antibacterial and in vitro immune activity of broccoli radish extract [J]. Food Research and Development, 2021, 42(4): 1-7
- [11] 于斌,东莎莎,常雪,等.百香果与西兰花复合果冻加工工艺研究[J].中国果菜,2019,35(5):12-17
YU Bin, DONG Shasha, CHANG Xue, et al. Study on the composite jelly processing process of passion fruit and broccoli [J]. Chinese Vegetables, 2019, 35(5): 12-17
- [12] 樊田利,刘若男,王凤丽,等.不同蒸制功率对西兰花营养品质的影响研究[J].食品与发酵工业,2021,47(19):161-167
FAN Tianli, LIU Ruonan, WANG Fengli, et al. Effect of different steaming power on the nutritional quality of broccoli [J]. Food and Fermentation Industry, 2021, 47(19): 161-167
- [13] 陈清清,张泽洲,袁林喜,等.富硒西兰花中硒的赋存形态及其抗氧化性[J].宜春学院学报,2020,42(12):90-95
CHEN Qingqing, ZHANG Zezhou, YUAN Linxi, et al. Selenium-morphology and resistance of selenium in selenium-rich broccoli [J]. Yichun College Journal, 2020, 42(12): 90-95
- [14] 郭世豪,吕霞敏,黄建颖.预处理加工对西兰花茎叶汁挥发性成分的影响[J].核农学报,2021,35(6):1347-1355
GUO Shihao, LYU Xiamin, HUANG Jianying. Effect of pretreatment on the volatile components of broccoli stem and leaf juice [J]. Nuclear Agronomy Newspaper, 2021, 35(6): 1347-1355
- [15] 徐春.麦苗汁营养酸奶的研制[J].中国乳品工业,2008,36(2):21-23
XU Chun. Development of nutritious yogurt in wheat seedling juice [J]. China Dairy Industry, 2008, 36(2): 21-23

(下转第 97 页)