

冬瓜酸乳饮料生产工艺优化研究

陈占伟¹, 高映菊², 陈广泉², 张兴旭³

(1. 高台县巷道镇农业农村综合服务中心, 甘肃 高台 734300; 2. 河西学院农业与生物技术学院, 甘肃 张掖 734000; 3. 兰州大学草地农业科技学院, 甘肃 兰州 730030)

摘要: 以新鲜冬瓜和鲜牛乳为试验材料, 采用单因素试验与响应面法筛选冬瓜酸乳饮料最佳配比及最优发酵条件。结果表明, 冬瓜酸乳饮料最优工艺配方为冬瓜汁添加量 10.52%、白砂糖添加量 5.72%、复合稳定剂添加量 1.33%; 制备冬瓜酸乳饮料的最优发酵条件为发酵剂添加量 (即发酵菌株或接种量) 5.12%、发酵温度 41.25 °C、发酵时间 5.5 h。

关键词: 冬瓜酸乳饮料; 单因素法; 响应曲面法; 工艺优化

中图分类号: S642.3

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)03-0064-07

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2022.03.014

Study on the Optimization of Production Technology of Wax Melon Sour Milk Beverage

CHEN Zhanwei¹, GAO Yingju², CHEN Guangquan², ZHANG Xingxu³

(1. Agricultural and Rural Integrated Service Center, Xiangdao Town of Gaotai County, Gaotai Gansu 734300, China; 2. College of Agriculture and Biotechnology, Hexi University, Zhangye Gansu 734000, China; 3. College of Grassland Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou Gansu 730030, China)

Abstract: Using fresh wax gourd and fresh milk as experimental materials, single factor test and response surface test were used to screen the optimal ratio of wax gourd sour milk beverage and the optimal fermentation conditions. The results demonstrated that the optimal process formula of wax gourd sour milk beverage was 10.52%, granulated sugar was 5.72%, and compound stabilizer was 1.33%. The optimal fermentation conditions were 5.12% of the amount of fermentation agent, 41.25 °C of fermentation temperature and 5.5 h of fermentation time.

Key words: Wax gourd sour milk beverage; Single factor method; Response surface method; Technology optimization

冬瓜属葫芦科草本植物, 脆爽多汁, 耐热性强, 低糖低脂、低钠高钾, 营养丰富, 含多种矿物质成分及减肥物质葫芦巴碱、丙醇二酸等活性成分, 具有利尿、护肤、减肥等功效^[1]。常见加工产品有冬瓜酱、冬瓜果冻、冬瓜保健饮料等^[2], 鲜有冬瓜酸乳饮料研究报道。我们以新鲜冬瓜和鲜牛乳为原料, 调配二者丰富的营养, 开展了冬瓜酸乳饮料优化生产工艺探究, 从而筛选出其最佳配方及最优发酵条件, 为乳制品生产企业提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料及设备

1.1.1 供试材料 冬瓜、鲜牛乳、脱脂奶粉、浓硝酸、浓硫酸、硫酸钾、无水硫酸铜、氢氧化钠、

异戊醇、酚酞试剂; 白砂糖、乳杆菌、嗜热链球菌、复合稳定剂(明胶与淀粉按质量比为 1:5 的比例混合而成)。

1.1.2 设备仪器 高压灭菌锅、恒温培养箱、恒温水浴锅、恒温干燥箱、消化瓶、称量瓶、三角瓶、离心管、离心机、榨汁机、电子天平、显微镜、定氮仪、盖勃乳脂计、旋转粘度计、分光光度计、超净接种台、电冰箱。

1.2 试验设计

1.2.1 单因素法试验设计 利用单因素法, 依次分析冬瓜汁、白砂糖、发酵剂和稳定剂的添加量以及发酵时间、发酵温度对冬瓜酸乳饮料有关理化性质的影响, 筛选出各成分添加量的最优范围

收稿日期: 2021-12-29

基金项目: 甘肃省高等学校产业支撑计划项目(2021CYZC-43)。

作者简介: 陈占伟(1987—), 男, 甘肃高台人, 农艺师, 硕士, 主要从事农业技术研究推广工作。联系电话: (0)15193459633。Email: 604624392@qq.com。

和最佳发酵时间、发酵温度。

1.2.2 响应面法试验设计 ①最佳配比筛选。在单因素试验结果的基础上,采用二次通用旋转组合试验设计方案(表1),设定冬瓜汁、白砂糖、稳定剂的添加量3个变量因素,进行响应面分析^[3],以此确定冬瓜酸乳饮料的最佳配比。②最优发酵条件筛选。结合单因素试验结果,采用二次通用旋转组合试验设计方案(表2),设定发酵温度、发酵时间、发酵剂添加量3个变量因素,进行响应面分析^[4],以此确定冬瓜酸乳饮料的最优发酵条件。

表1 冬瓜酸乳饮料配比试验因素与水平编码

因素水平 编码	冬瓜汁添加量 /%	白砂糖添加量 /%	稳定剂添加量 /%
-1.41	7.17	4.59	0.35
-1	8.00	5.00	0.60
0	10.00	6.00	1.20
1	12.00	7.00	1.80
1.41	12.82	7.41	2.05
Δj	2.0	1.0	0.6

表2 冬瓜酸乳饮料发酵条件试验因素与水平编码

因素水平 编码	发酵温度 /°C	发酵时间 /h	发酵剂添加量 /%
-1.41	36.76	4.79	3.59
-1	38.00	5.00	4.00
0	41.00	5.50	5.00
1	44.00	6.00	6.00
1.41	45.24	6.21	6.41
Δj	3.0	0.5	1.0

1.3 工艺流程

鲜牛乳→检测预热→高温灭菌→加糖及稳定剂;新鲜冬瓜(去瓤籽皮)→护色→榨汁→加热处理→过滤→冬瓜汁;冬瓜滤汁与处理后的鲜牛乳混配均匀→保温→冷却→接种→灌装后发酵→冷却后熟→成品检测。

1.4 冬瓜汁与菌种制备

将冬瓜置于0.1%稀盐酸溶液浸泡后用清水冲洗干净,切成1寸小块用10 g/kg NaCl溶液和0.1%抗坏血酸护色20~25 min后取出,用清水冲洗2次后榨汁^[5],再用灭菌纱布过滤,滤液煮沸6 min左右得到稳定的冬瓜汁,备用。将嗜热链球菌与乳杆菌按体积比为1:1的比例依照试验设计用量在超净工作台接种至经高温灭菌的10%脱脂奶粉溶液中,40℃传代培养3次^[6],4 h内凝乳后置于电冰箱中备用。

1.5 接种、发酵与冷藏

40℃左右下在超净工作台处理冬瓜汁、鲜牛乳及经接种处理后约10%脱脂奶粉溶液按试验设

计的^[6]比例进行混配,拌匀后灌装,然后进行42℃保温发酵,待完全凝乳后将酸乳迅速降温放入电冰箱4℃条件下冷藏后熟24 h。

1.6 数据分析与评价处理

1.6.1 总固形物含量与持水力测定 将称量瓶于105℃干燥2 h后置于恒温干燥箱中冷却0.5 h称重,重复操作直至恒重。取样5 mL于恒重称量瓶中称重,于105℃干燥3 h后置于干燥箱中冷却0.5 h称重,再于105℃干燥1 h后置于恒温干燥箱中冷却0.5 h称重,反复操作直至含量恒重,以相邻两次质量差小于1.0 mg为准,测定试样中成品总固形物含量。于干燥离心管中取待测样5 mL,测定样品重量后,置于离心机中3 000 r/min离心30 min,取出离心管静置10 min,除去上清液,测残余物重量,计算酸乳的持水力。

$$\text{总固形物含量} = \frac{m(\text{试样烘干后})}{m(\text{试样烘干前})} \times 100\%$$

$$\text{持水力} = \frac{m(\text{残余物质})}{m(\text{待测样品})} \times 100\%$$

1.6.2 脂肪与蛋白质含量测定 在盖勃氏乳脂计中依次加入10 mL浓硫酸溶液(水与硫酸体积比例为1:9)、11 mL样品、1 mL异戊醇,盖塞用力摇匀至棕色,静置3~5 min后放入70℃恒温水浴锅2 h后读数。用差量法称取10 g样品至消化瓶中,加入20 mL浓硫酸和少许催化剂,置于火炉上小火碳化至黑色消失,溶液呈亮色,冷却后定容至100 mL。吸取10 mL加入定氮仪,加入30 mL 40%的氢氧化钠溶液,水封后测定含氮量。

$$\text{含氮量} = \frac{(V-V_0) \times C \times 14 \times 6.38}{m}$$

式中V指消耗盐酸的体积;V₀指空白滴定盐酸的体积;C指滴定所用盐酸的浓度;m指所称质量;6.38指奶制品中N的转化系数;14指N的相对原子质量。

1.6.3 酸度、粘度及Ca含量测定 取样5 mL置于三角瓶中,加蒸馏水20 mL,拌匀后滴入3滴酚酞试剂,用0.1 mol/L的氢氧化钠滴定至溶液呈现粉红色,0.5 min内粉红色不消失时停止滴定,此时所用V(NaOH)乘以20即为酸度(°T)。将凝乳置于37℃恒温水浴锅,将旋转粘度计及感温探头插入凝乳中平衡5 min,12 r/min转速时测定粘度(Pa·s)。Ca含量采用原子吸收光谱法测定。

1.7 数据处理与分析

试验数据采用 Microsoft Excel 2013 软件录入整理, 采用 SPSS Statistics 23.0 软件进行统计分析, 不同处理之间均值采用单因素 ANOVA 分析, 用 Duncan 新复极差法进行差异显著性检验。

1.8 感官评价标准

随机抽样的冬瓜酸乳饮料根据总固形物含量、脂肪含量、蛋白质含量、持水力、风味、口感及外观指标等进行感官评价, 其评价标准评分按表 3 执行。

表 3 冬瓜酸乳饮料感官评分标准

评价指标及分值	评价标准	评价分值/分
组织状态(20分)	均匀一致, 无分层, 无乳清析出	16~20
	较均匀, 无分层, 有少量乳清析出	11~15
	不均匀, 分层明显, 大量乳清析出	<10
色泽(20分)	均匀一致, 乳白色	16~20
	均匀, 颜色较淡或较浓	11~15
	不均匀	<10
风味(30分)	特有的冬瓜清香, 酸乳香味浓郁	26~30
	特有的冬瓜香味, 但不明显	21~25
	冬瓜味淡薄或太重, 发酵乳香味不明显	<20
口感(30分)	酸甜适口, 口感细腻滑润	26~30
	酸甜适宜, 无异味, 口感较细腻	21~25
	口感粗糙, 不适口, 过酸或过甜	<20

2 结果与分析

2.1 单因素法试验结果

2.1.1 冬瓜汁添加量对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响 在白砂糖 6.00%、发酵剂 6.00%、稳定剂 1.20%, 发酵温度 41.00℃, 发酵时间 5.50 h 条件下, 冬瓜汁含量设定 6%、8%、10%、12%、14% 5 个梯度。感官评定结果(图1)表明, 随着冬瓜汁不断添加, 乳清析出量也逐渐增多, 粘度值先上升后下降。冬瓜汁添加量太多, 则影响酸乳品质, 添加量过少则无冬瓜风味。综合得出, 添加量直接影响冬瓜酸乳饮料的品质, 冬瓜汁添加量最优范围为

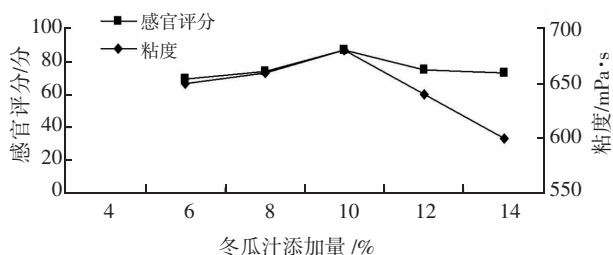


图 1 冬瓜汁含量对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响

8%~12%。

2.1.2 白砂糖添加量对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响 在冬瓜汁 10.00%、发酵剂 6.00%、稳定剂 1.20%, 发酵温度 41.00℃, 发酵时间 5.50 h 的条件下, 白砂糖添加量设定 3%、4%、5%、6%、7% 5 个梯度。后熟 24 h 后的感官评分结果(图2)表明, 同等发酵时间, 随着白砂糖添加量不断增加, 其酸度也相应地递增, 而对酸乳凝固和乳清析出则无明显影响; 白砂糖添加量为 5% 时, 感官评分值达到最大。综合得出, 白砂糖通过调节酸度直接影响冬瓜酸乳饮料的风味和口感, 白砂糖添加量最优范围为 4%~6%。

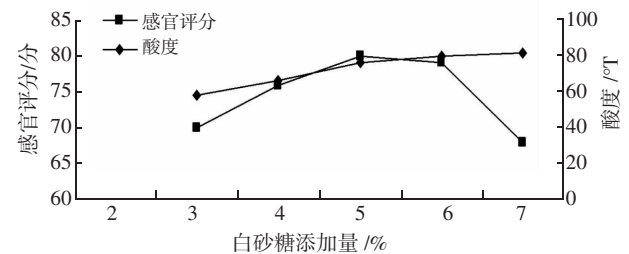


图 2 白砂糖添加量对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响

2.1.3 发酵剂添加量对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响 在冬瓜汁 10.00%、白砂糖 5.00%、稳定剂 1.20%, 发酵温度 41.00℃, 发酵时间 5.50 h 条件下, 白砂糖添加量设定 5 个梯度, 分别为 4%、5%、6%、7%、8%。后熟 24 h 后的感官评分结果(图3)表明, 在一定范围内, 发酵剂添加量与产酸呈正相关, 添加量增多则产酸高, 添加量减少则产酸低; 随着发酵剂添加量增加, 凝乳时间明显缩短; 同等发酵时间下, 随着发酵剂添加量增加, 酸乳的酸味逐渐变浓, 酸度也随之增大。综合得出, 发酵剂添加量直接影响冬瓜酸乳饮料的品质, 最优添加量为 5.13%, 发酵剂添加量最优范围为 5%~7%。

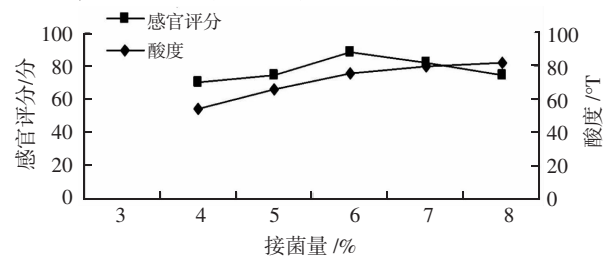


图 3 发酵剂添加量对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响

2.1.4 稳定剂添加量对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响 在冬瓜汁 10.00%、发酵剂 6.00%、白砂糖 5.00%, 发酵温度 41.00℃, 发酵时间 5.50 h 条件下, 稳定剂添加量设定 5 个梯度, 分别为 0、0.6%、

1.2%、1.8%、2.4%。后熟 24 h 后的感官评分结果(图4)表明,不添加稳定剂时酸乳粘度最小且分层明显。随着稳定剂的不断添加,酸乳黏度也相应地增加;当添加量达 1.2%后,粘度基本趋于稳定,增加不明显,但此时感官评分值最大。综合得知,稳定剂添加量最优范围为 0.6%~1.8%。

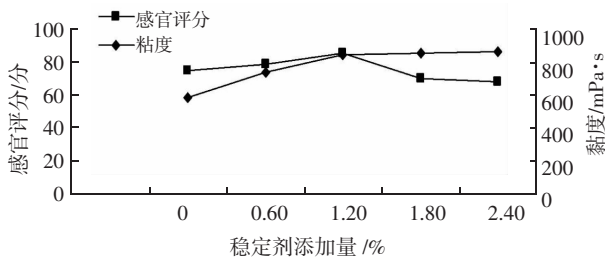


图4 稳定剂添加量对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响

2.1.5 发酵时间对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响
在冬瓜汁 10.00%、白砂糖 5.00%、发酵剂 6.00%、稳定剂 1.20%,发酵温度 41.00℃条件下,发酵时间设定 5 个梯度,分别为 4.5、5.0、5.5、6.0、6.5 h。后熟 24 h 后的感官评分结果(图5)表明,随着发酵时间延长,酸乳的酸度相应地增大,发酵时间 4.5 h 时感官评分最小,发酵时间 5.5 h 时感官评分最大,且酸度 82℃T 也已达到国标值。此时酸乳的凝固状态、组织状态、口感、风味均佳,而超过 5.5 h 后感官评分缓慢下降。综合得知,发酵时间最优范围为 5.0~6.0 h。

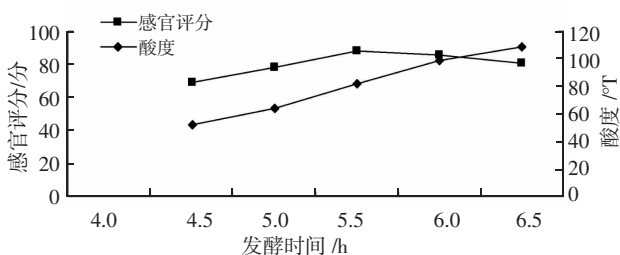


图5 发酵时间对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响

2.1.6 发酵温度对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响
在冬瓜汁 10.00%、白砂糖 5.00%、发酵剂 6.00%、稳定剂 1.20%,发酵时间 5.50 h 条件下,发酵温度设定 5 个梯度,分别为 35、38、41、44、47℃。后熟 24 h 后的感官评分结果(图6)表明,发酵温度 35℃培养时温度偏低,菌种生长受抑制,产酸慢,且感官评分低;41℃下培养温度适中,菌种生长较快,且组织状态良好,无乳清分离,感官评分高;47℃培养时温度偏高,不光滑,乳清分离,感官评分低。综合得知,发酵温度最优范围 38~44℃。

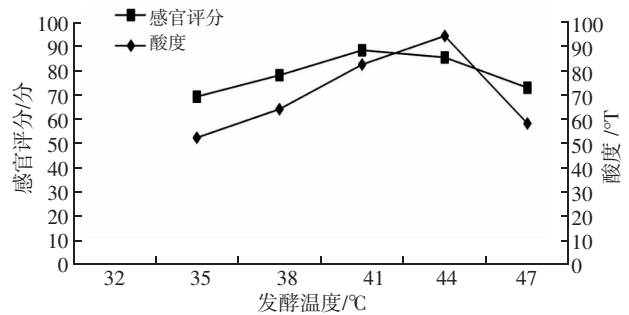


图6 发酵温度对冬瓜酸乳饮料理化性质的影响

2.2 响应面法试验结果

2.2.1 最佳配比筛选结果 ①模型建立。结合单因素试验结果初步确定冬瓜酸乳饮料最佳配比,在此基础上建立二次正交旋转组合设计试验方案。设计冬瓜汁添加量 A、白砂糖添加量 B、稳定剂添加量 C 为自变量,感官评分 R 为因变量,由表 4 可得回归模型 $R=93.15-1.41A-3.89B+2.47C+2.97AB-4.39AC-1.41BC-6.26A^2-8.51B^2-9.01C^2$ 。②工艺配方响应曲面方差分析。对试验结果进行拟合二次模型方差分析的结果(表5)表明,该模型 F 值为 87.09,极显著。各因素中一次项 B 极显著、C 显著,二次项 A²、B²、C² 极显著,交互项 AB 显著、AC 极显著。3 个单因素(冬瓜汁添加量 A、白砂糖添加量 B、稳定剂添加量 C)影响冬瓜酸乳饮料感官评分的次序为 B>C>A,即白砂糖添加量对感官评分影响最显著。多元拟合系数 R² 值 99.37%,预测 R² 值为 68.53%,调整 R² 值为 98.23%,说明该模型对试验实际情况拟合较好;模型 P 值表明该模型极显著,由模型失拟性分析得知,所建立的回归模型拟合度较好,可用于模拟估算酸乳的工艺

表4 工艺配方响应面分析试验设计与结果

试验组合编号	冬瓜汁添加量 A /%	白砂糖添加量 B /%	稳定剂添加量 C /%	感官评分值 /分
1	1	1	-1	71
2	1	-1	1	69
3	-1	1	1	70
4	-1	-1	-1	70
5	-1.41	0	0	82
6	1.41	0	0	78
7	0	-1.41	0	81
8	0	1.41	0	70
9	0	0	-1.41	71
10	0	0	1.41	78
11	0	0	0	95
12	0	0	0	94
13	0	0	0	93
14	0	0	0	92
15	0	0	0	93

配方。③工艺配方响应曲面图与等高线图分析。图7表明,冬瓜汁含量不变时,冬瓜酸乳饮料感官分值会随白砂糖添加量(或稳定剂添加量)增加而升高,但当白砂糖添加量(或稳定剂添加量)过大时酸乳的口感、风味都出现一定程度下降;白砂糖添加量(或稳定剂添加量)固定时,酸乳感官分值会随着冬瓜汁含量的增加出现一定程度的升高,但冬瓜汁

含量过大时酸乳的口感、风味及组织状态均有所降低。通过对响应面图及等高线图分析可知,当冬瓜汁含量编码值 A 为 -0.26 , 白砂糖添加量编码值 B 为 -0.29 , 稳定剂添加量编码值 C 为 0.22 时,酸乳感官分值达到最大为 94.17 , 将上述数值代入 $A=(X-10)/2$, $B=(J-6)/1$, $C=(Z-1.2)/0.6$ 计算可得冬瓜酸乳饮料的最佳配比:冬瓜汁添加量 10.52% 、白

表5 工艺配方响应面方差分析结果

方差来源	平方和	自由度	均值	F值	P值 ^①	显著水平
模型	1 486.25	9	165.14	87.09	<0.000 1	**
A	8.00	1	8.00	4.22	0.095 2	
B	60.50	1	60.50	31.90	0.002 4	**
C	24.50	1	24.50	12.92	0.015 6	*
AB	17.70	1	17.70	9.33	0.028 3	*
AC	38.53	1	38.53	20.32	0.006 4	**
BC	4.00	1	4.00	2.11	0.206 1	
A ²	302.23	1	302.23	159.38	<0.000 1	**
B ²	558.57	1	558.57	294.56	<0.000 1	**
C ²	626.14	1	626.14	330.19	<0.000 1	**
残差	9.48	5	1.90			
失拟度	4.28	1	4.28	3.29	0.143 7	
纯误差	5.20	4	1.30			
总和	1 495.73	14				
拟合系数R ²	0.993 7					
预测R ² 值	0.685 3					
标准差	1.38					
调整R ² 值	0.982 3					

① $P < 0.01$ 即 ** 极显著; $P < 0.05$ 即 * 显著, $P > 0.05$ 为极不显著, (下表同)。

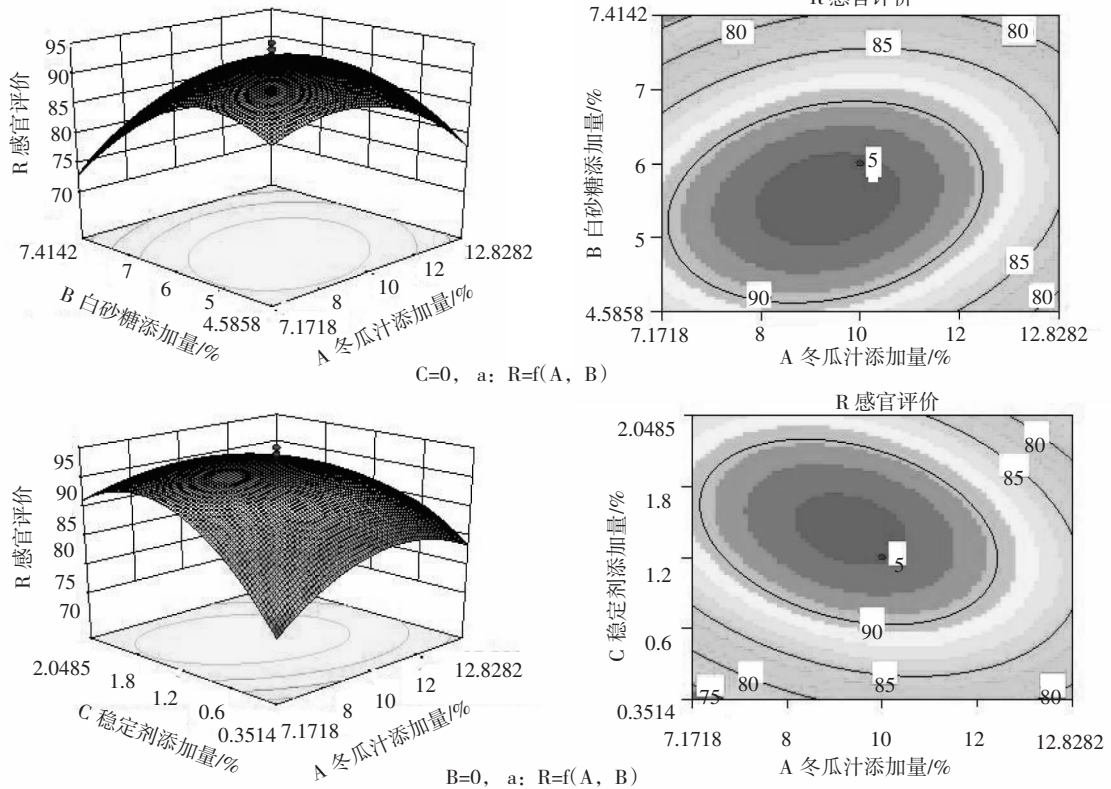


图7 工艺配方响应曲面图与等高线图

砂糖添加量 5.72%、稳定剂添加量 1.33%。

2.2.2 最优发酵条件筛选结果 ①模型建立。结合单因素试验结果，初步确定冬瓜酸乳饮料的最佳发酵条件，在此基础上建立二次正交旋转组合设计试验方案。设计发酵时间 *A*、发酵温度 *B*、发酵剂添加量 *C* 为自变量，感官评分 *R* 为因变量，由表 6 可得回归模型： $R=93.67+1.06A-0.35B+2.12C+1.37AB-0.10AC+1.81BC-6.67A^2-8.67B^2-8.4C^2$ 。②发酵条件响应曲面方差分析。对试验结果进行拟合二次模型方差分析结果(表7)表明，该模型 *F* 值为 222.30，极显著。各因素中一次项 *A*、*B* 不显著，*C* 极显著；二次项 A^2 、 B^2 、 C^2 极显著；交互项 *AB*、

表 6 发酵条件响应面分析试验设计及结果

试验组合编号	发酵温度 <i>A</i> /°C	发酵时间 <i>B</i> /h	发酵剂添加量 <i>C</i> /%	感官评分值 /分
1	1	1	-1	68
2	1	-1	1	70
3	-1	1	1	71
4	-1	-1	-1	70
5	-1.41	0	0	79
6	1.41	0	0	82
7	0	-1.41	0	77
8	0	1.41	0	76
9	0	0	-1.41	74
10	0	0	1.41	80
11	0	0	0	93
12	0	0	0	93
13	0	0	0	95
14	0	0	0	94
15	0	0	0	93

AC 不显著，但 *BC* 显著。3 个单因素(冬瓜汁添加量 *A*、白砂糖添加量 *B*、稳定剂添加量 *C*)影响冬瓜酸乳饮料感官评分次序为 $C>A>B$ ，即发酵剂添加量对感官评分影响最显著。多元拟合系数 R^2 值 99.75%，预测 R^2 值 97.34%，调整 R^2 值 99.30%，说明模型对试验实际情况拟合较好。模型 *P* 值表明该模型极显著，由模型失拟性分析得知，所建回归模型拟合度较好，可用于模拟估算酸乳的发酵条件。③发酵条件响应曲面图与等高线图分析。试验结果(图8)表明，发酵时间不变时冬瓜酸乳饮料感官分值会随发酵剂添加量的增加而升高，但发酵剂添加量过大时酸乳的口感、风味均出现一定程度的下降；发酵剂添加量固定时，酸乳感官分值会随着发酵时间的增加出现一定程度的升高，但发酵时间过长时酸乳的口感、风味及组织状态均有所降低。通过对响应面图及等高线分析可知，当发酵温度编码值 *A* 为 0.08、发酵时间编码值 *B* 为 0.00、发酵剂添加量编码值 *C* 为 0.13 时，酸乳理论感官分值达到最大为 93.84 分。将上述数值代入 $A=(X-41)/3, B=(J-5.5)/0.5, C=(Z-5)/1$ 可知，冬瓜酸乳饮料的最优发酵条件为发酵剂添加量 5.12%、发酵温度 41.25 °C、发酵时间 5.5 h。

2.3 冬瓜酸乳饮料成品品质

经对在最佳配比(冬瓜汁添加量 10.52%、白砂糖添加量 5.72%、稳定剂添加量 1.33%) 和最优发酵条件(发酵剂添加量 5.12%、发酵温度 41.25 °C、发酵时间 5.5 h) 工艺下生产的冬瓜酸乳

表 7 发酵条件响应面方差分析结果

方差来源	平方和	自由度	均值	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值	显著水平
模型	1 400.50	9	155.61	222.30	<0.000 1	**
<i>A</i>	4.50	1	4.50	6.43	0.052 2	
<i>B</i>	0.50	1	0.50	0.71	0.436 6	
<i>C</i>	18.00	1	18.00	25.72	0.003 9	**
<i>AB</i>	3.76	1	3.76	5.37	0.068 2	
<i>AC</i>	0.02	1	0.02	0.03	0.867 9	
<i>BC</i>	6.56	1	6.56	9.37	0.028 1	*
A^2	342.86	1	342.86	489.80	<0.000 1	**
B^2	579.43	1	579.43	827.76	<0.000 1	**
C^2	546.48	1	546.48	780.69	<0.000 1	**
残差	3.50	5	0.70			
失拟差	0.30	1	0.30	0.38	0.573 4	
纯误差	3.20	4	0.80			
总和	1 404.00	14				
拟合系数 R^2	0.997 5					
预测 R^2 值	0.973 4					
标准差	0.84					
调整 R^2 值	0.993 0					

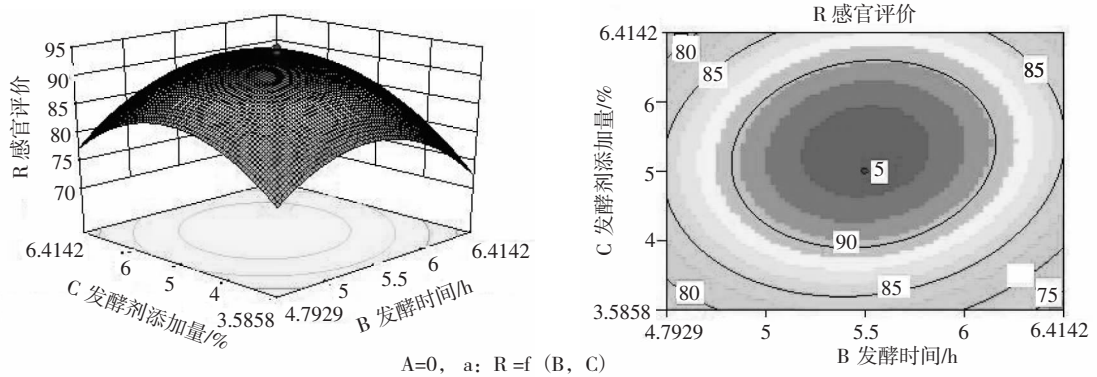


图8 发酵条件响应曲面图与等高线图

饮料成品进行测定的结果表明,采用该工艺所制冬瓜酸乳饮料的各项理化指标均达到 GB 19302—2010 要求,其总固形物含量 34.8%、持水力 30.12%、脂肪含量 2.8%、蛋白质含量 2.5%、酸度 78 °T、粘度 1 100 mPa·s、Ca 含量 67.48 ug/mL、乳酸菌数 $\geq 10^6$ cfu/mL、大肠菌群 ≤ 2 个/g,未检测到沙门氏菌、金黄色葡萄球菌等致病菌。制备的冬瓜酸乳饮料成品为乳白色,色泽均匀,组织状态一致,无分层、无异味,酸甜适口,口感细腻滑润,未析出乳清,伴有冬瓜特有的清香味,酸乳香气浓郁。

3 结论与讨论

一般认为,嗜热链球菌的最适生长温度为 37~42 °C,乳杆菌最适生长温度为 40~45 °C^[7]。乳制品生产中经常用到稳定剂^[8],适合的稳定剂及用量不单使乳产品能够在较长时间内保持稳定,还对其感官有较大的影响,尤其是增强粘度可避免产生沉淀。该试验产品选择复合稳定剂(明胶与淀粉按质量比 1:5 的比例混合而成)。

在单因素试验结果的基础上,采用多因素多水平的试验设计方法,通过响应曲面建立了影响冬瓜酸乳饮料品质的关键因子的二次多项数学模型^[9-11]。综合筛选得出冬瓜酸乳饮料的最优工艺配方为冬瓜汁添加量 10.52%、白砂糖添加量 5.72%、复合稳定剂添加量 1.33%;制备冬瓜酸乳饮料的最优发酵条件为发酵剂添加量(即发酵菌株或接种量)5.12%、发酵温度 41.25 °C、发酵时间 5.5 h。

经试验测定,采用该工艺所制冬瓜酸乳饮料的各项理化指标均达到 GB 19302—2010 要求,其总固形物含量 34.8%、持水力 30.12%、脂肪含量 2.8%、蛋白质含量 2.5%、酸度 78 °T、粘度 1 100 mPa·s、Ca 含量 67.48 ug/mL、乳酸菌数 $\geq 10^6$ cfu/mL、

大肠菌群 ≤ 2 个/g,未检测到沙门氏菌、金黄色葡萄球菌等致病菌。

该生产工艺可行,流程简单,质量稳定,产量高,成本低,适合于规模工业化生产。制备的冬瓜酸乳饮料成品为乳白色,色泽均匀,组织状态一致,无分层、无异味,酸甜适口,口感细腻滑润,未析出乳清,伴有冬瓜特有的清香味,酸乳香气浓郁。

参考文献:

- [1] 于立志,刘奇琳,陈艳,等.冬瓜风味水的提取及不同工艺的杀菌特性[J].中国瓜菜,2020,33(6):41-45.
- [2] 李娜.冬瓜干燥特性及其贮藏稳定性研究[D].郑州:河南农业大学,2016.
- [3] 刘俊霞,赵大伟,王浩博,等.响应曲面法优化五味子果实中芦丁的微波提取工艺[J].吉林农业,2019(7):48-50.
- [4] 沈发治,黄永光.响应曲面法优化杏仁保健型酸奶配方条件[J].中国酿造,2010(9):97-100.
- [5] 杨胜敖,石志红.发酵型冬瓜醋加工技术研究[J].中国调味品,2010,35(5):72-74.
- [6] 陈晓维,余元善,吴继军,等.不同乳酸菌在冬瓜汁中的发酵特性研究[J].现代食品科技,2018,34(7):155-160.
- [7] 凌莉,许秋贝,陈碧玲,等.嗜热链球菌与保加利亚乳杆菌德氏亚种计数方法的比对研究[J].质量与安全检验检测,2021,31(4):53-56.
- [8] 徐海祥,李志方.保健型果味乳酸菌饮料的研制[J].现代食品科技,2006(3):165-166.
- [9] 郑娅,胡生海,何元翔,等.响应面法优化提纯牛肉肌红蛋白[J].甘肃农业科技,2019(11):40-45.
- [10] 魏万爱,保青泰,吴海鸿,等.红笋叶与玉米秸秆混贮工艺条件优化[J].甘肃农业科技,2021,52(6):48-52.
- [11] 张海燕,康三江,张芳,等.干装苹果罐头蒸汽漂烫工艺研究[J].甘肃农业科技,2019(1):26-34.