

李培睿, 张晓伟, 王丽娜, 等. 凝固型黄瓜酸奶的研制[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(11): 357–359.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.112

凝固型黄瓜酸奶的研制

李培睿, 张晓伟, 王丽娜, 郭孝辉

(许昌学院食品与生物工程学院, 河南许昌 461000)

摘要:以富含维生素和矿物质的黄瓜为辅料, 研制新型保健凝固型黄瓜酸奶。以感官评价为指标, 通过单因素和正交试验确定黄瓜酸奶的最佳工艺条件。结果表明, 添加量黄瓜汁 8%、蔗糖 8%、奶粉 12%, 发酵剂接种量 10%, 在 40 ℃ 条件下发酵培养 3.5 h, 所得酸奶色泽微绿, 酸甜可口, 爽滑细腻, 兼有发酵酸奶的特有滋味和黄瓜特有的清香味。

关键词:凝固型; 黄瓜汁; 酸奶; 工艺条件; 乳酸菌

中图分类号: TS252.54 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0357-02

黄瓜是我国种植范围最广、最大的蔬菜种类之一, 其口感脆嫩、瓜味浓郁, 是深受人们喜爱的水果蔬菜两用型食品^[1]。黄瓜富含糖类、糖苷类、多种游离氨基酸、胡萝卜素、蛋白质、钙、磷、铁、维生素(维生素 A、维生素 B₁、维生素 B₂、维生素 C、维生素 E)等人体必需的营养素^[2]。另外, 黄瓜中的丙醇二酸、黄酮类化合物和黄瓜多糖具有预防冠心病、糖尿病、抗衰老、抗肿瘤等功能^[3]。目前我国黄瓜产品主要为鲜食和制作混合果蔬汁^[4-5], 近年来也有少量的其他含黄瓜食品的研究^[6-7], 但其深加工领域还有待扩展。

本研究所制黄瓜酸奶是一种新型的保健乳制品, 是在乳液中添加一定量的黄瓜浆经微生物发酵而制成的产品。该产品将黄瓜中的营养物质融入乳液, 提高了酸奶的营养保健功能; 同时, 还使凝固型酸奶呈现一种宜人的淡绿色和黄瓜特有的清香味, 增加了酸奶的感官品质, 丰富了花色酸奶的种类, 拓宽了酸奶的市场和饮食需求, 也为黄瓜的深加工提供一个新的思路。

1 材料与方法

1.1 试验材料

原料: 脱脂高钙奶粉、发酵剂、黄瓜、蔗糖均为市售, 维生素 C、柠檬酸(均为食品级)。

仪器与设备: 电子天平、灭菌锅、榨汁机、恒温培养箱、冰箱等。

1.2 试验方法

1.2.1 黄瓜汁的制备 工艺流程^[8]: 黄瓜→清洗→去杂→切块→护色→榨汁→过滤→黄瓜汁。选用生长良好、组织脆嫩多汁、肉质新鲜、绿色或深绿色、无褐斑、病虫害及机械损伤的黄瓜为原料。将黄瓜表面清洗后切小块, 用 0.10% 维生素 C 和 0.15% 柠檬酸溶液进行护色处理 20 min。将护色处理后的黄瓜块放入榨汁机中榨汁, 榨出的汁液用 8 层无菌纱布过

滤, 所得澄清的黄瓜汁用保鲜膜封口备用。

1.2.2 黄瓜酸奶的制备 工艺流程^[8]: 黄瓜汁、复原乳和蔗糖调配→杀菌→冷却→接种→前发酵→后熟→成品。称取一定量的脱脂乳粉, 配制成 10% 的复原乳。将黄瓜汁、复原乳按一定比例混合, 加入一定量的蔗糖充分搅拌均匀, 80 ℃ 恒温水浴锅中维持 15 min。然后将杀完菌的混合乳液迅速冷却至 40~45 ℃, 将发酵剂在无菌条件下按一定比例接种到已调配好的牛奶中, 摇匀, 于 40 ℃ 恒温生化培养箱中进行发酵。发酵结束后, 将酸奶取出, 放入 4 ℃ 冰箱中, 冷藏后熟 12~14 h 后, 对成品观察并进行感官评定。

1.2.3 酸奶品质评定 参照文献[9], 综合黄瓜酸奶的组织状态、风味、口感、色泽等因素, 对黄瓜酸奶进行感官评价。

组织状态(30 分):凝乳均匀, 结实, 表面光滑, 无或有少量乳清析出, 记 25~30 分; 凝乳较均匀, 表面不光滑, 颗粒状, 记 20~25 分; 凝乳不均匀, 有分层现象, 有大量乳清析出, 记 15~19 分。

色泽(20 分):呈乳白色, 并带有淡绿色, 均匀一致, 有光泽, 记 15~20 分; 颜色略深或略浅, 较均匀, 记 10~15 分; 色泽较差, 颜色对比大, 记 5~9 分。

气味(20 分):有浓郁奶香黄瓜清香, 气味协调, 记 15~20 分; 奶香味淡, 无异味, 气味较不协调, 记 10~15 分; 有异味, 气味不协调, 记 5~9 分。

口感(30 分):酸甜适口, 细腻爽口, 记 25~30 分; 味感不柔和, 较细腻润滑, 略涩, 可接受性差, 记 20~25 分; 酸甜不适, 过酸或过甜, 不易接受, 有沙质感, 记 15~19 分。

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 黄瓜汁添加量对黄瓜酸奶品质的影响 在蔗糖添加量 6%、奶粉添加量 10%、发酵剂接种量 8% 的条件下考察不同黄瓜汁添加量对黄瓜酸奶质量的影响。由表 1 可见, 黄瓜汁添加量对黄瓜酸奶的组织状态影响较小, 但是对酸奶的风味口感有很大影响。黄瓜汁添加量过少时, 酸奶味较浓, 掩盖了黄瓜的清香; 添加量大于 10% 时, 黄瓜气味比较大、口感麻涩, 影响了黄瓜酸奶的整体风味; 黄瓜汁的添加量在 5% 和 10% 时, 酸奶的风味比较容易让人接受。当黄瓜汁的添加量

收稿日期: 2014-11-07

基金项目: 河南省教育厅科学技术研究重点项目(编号: 13B180242); 许昌学院校内科研项目(编号: 2013066, 2014009)。

作者简介: 李培睿(1973—), 女, 河南许昌人, 博士, 副教授, 研究方向为食品微生物。E-mail: lpr_1010@163.com。

为 5% 时,所得产品中黄瓜汁含量比较少,营养保健功能低;而当黄瓜汁的添加量为 10% 时,所得产品品质较好,但黄瓜汁气味稍浓。综合考虑将黄瓜汁的添加量确定为 8%。

表 1 不同黄瓜汁添加量制作的黄瓜酸奶感官评分

黄瓜汁添加量 (%)	感官品质	综合评分
5	凝乳均匀,乳白色,黄瓜香味淡,口感好	80.2
10	凝乳均匀细腻,浅绿色,黄瓜气味稍浓,口感好	81.4
15	凝乳均匀,绿色稍深,黄瓜气味较浓,口感较好	79.0
20	凝乳较好,绿色过浓,黄瓜味重,有涩感	78.2
25	凝乳较好,绿色太深,黄瓜味太浓,口感涩	74.8

2.1.2 蔗糖添加量对黄瓜酸奶品质的影响 在黄瓜汁添加量 8%、奶粉添加量 10%、发酵剂接种量 8%、发酵温度 40 ℃ 的条件下考察不同蔗糖添加量对黄瓜酸奶品质的影响。由表 2 可见,在酸奶发酵时加入蔗糖能够中和酸奶发酵所产生的酸味,使制品酸甜适口,容易接受。其添加量有一定的范围,过低过高都不合适。蔗糖添加量大于 10% 时,制品口感过甜,掩盖了其他风味;而添加量小于 6% 时,产品过酸,酸甜不适,口感不好。蔗糖添加量为 6% 时,制品酸甜适度,风味最佳。

表 2 不同蔗糖添加量制作的黄瓜酸奶的感官评定表

蔗糖添加量 (%)	感官品质	综合评分
4	凝乳稍稀薄,酸度高,口感较差	74.0
6	凝乳均匀细腻,酸甜适宜,口感协调	78.8
8	凝乳均匀,酸甜较适宜,口感尚可	75.2
10	凝乳均匀,甜度较高,口感差	74.4
12	凝乳稍差,甜度过高,酸味不明显	74.2

2.1.3 奶粉添加量对黄瓜酸奶品质的影响 在黄瓜汁添加量 8%、蔗糖添加量 6%、发酵剂接种量 8%、发酵温度 40 ℃ 的条件下考察不同奶粉添加量对黄瓜酸奶品质的影响。奶粉添加量直接决定了黄瓜酸奶中蛋白质的含量,进而影响产品的组织状态和整体风味口感,所以确定合适的奶粉添加量非常重要。由表 3 可见,奶粉添加量小于 10% 时,凝乳较差,出现分层,口感不够醇厚;添加量大于 12% 时,成本较高,且口感粗糙,整体风味稍有降低。因此奶粉的适宜添加量确定为 12%。

表 3 不同奶粉添加量制作的黄瓜酸奶的感官评定表

奶粉添加量 (%)	感官品质	综合评分
6	凝乳稀薄,有分层,口感差	71.0
8	凝乳较差,有乳清析出,口感较差	76.5
10	凝乳均匀,乳清较少,口感适宜	83.2
12	凝乳均匀细腻,表面光滑,无乳清,口感适宜	84.3
14	凝乳均匀结实,表面稍粗糙,有沙质感	83.8

2.1.4 接种量对酸奶的影响 在黄瓜汁添加量 8%、蔗糖添加量 6%、奶粉添加量 12%、发酵温度 40 ℃ 的条件下考察发酵剂接种量(4%、6%、8%、10%、12%)对黄瓜酸奶质量的影响。由表 4 可见,接种量会影响酸奶的品质和凝乳时间,故合适的接种量是酸奶品质的重要影响因素。接种量太小,乳酸菌产酸力弱,酸乳凝固时间较长;接种量太大,乳酸菌在一定时间内大量繁殖,产酸过多,凝乳组织状态比较差,乳清易析出;当接种量为 8% 时,所得凝乳组织状态最好,风味最佳,最佳接种量确定为 8%。

2.2 正交试验结果

表 4 不同接种量制作的黄瓜酸奶的感官评定表

接种量 (%)	感官品质	综合评分
4	凝乳差,酸甜不适,口感差	76.8
6	凝乳较好,乳清较少,稍甜	78.3
8	凝乳均匀细腻,有少量乳清,酸甜适宜	86.0
10	凝乳均匀,酸甜适宜,口感稍有沙质感	79.8
12	凝乳差,有乳清,酸度较高,甜味不明显	76.0

黄瓜汁、蔗糖和奶粉的添加量以及发酵剂接种量是影响产品质量的主要因素^[10]。在单因素试验结果的基础上,采用正交试验设计,选择黄瓜汁、蔗糖和奶粉的添加量及接种量为试验因素,进行正交试验,通过感官评定,确定黄瓜酸奶的最佳工艺条件。由表 5 可见,各因素对感官指标的影响顺序为 A > B = D > C,即影响产品质量的工艺条件主次因素依次为黄瓜汁添加量、蔗糖添加量、接种量和奶粉添加量。从平均值来看,最佳工艺配方为 A₂B₃C₃D₃。由 R 值可以看出,在本试验条件下,奶粉添加量对酸奶品质的影响最小,考虑到当添加量为 14% 时,产品成本较高,添加量为 10% 时,所得酸奶的组织状态不佳,故在极差分析结果的基础上设定适宜配方为 A₂B₃C₂D₃。由于试验设计中未出现以上组合,因此需要做验证试验。

表 5 黄瓜酸奶制作工艺正交试验结果

试验 序号	A:黄瓜汁量 (%)	B:蔗糖量 (%)	C:奶粉量 (%)	D:发酵剂接 种量 (%)	综合 评分
1	6	4	10	6	65.6
2	6	6	12	8	75.6
3	6	8	14	10	80.6
4	8	4	12	10	81.8
5	8	6	14	6	82.0
6	8	8	10	8	81.8
7	10	4	14	8	80.4
8	10	6	10	10	81.8
9	10	8	12	6	81.0
k ₁	73.93	75.93	76.40	76.20	
k ₂	81.87	79.80	79.47	79.27	
k ₃	81.07	81.13	81.00	81.40	
R	7.93	5.20	4.60	5.20	

2.3 验证试验

通过进一步的验证试验,组合 A₂B₃C₃D₃ 的评定结果为 85.78 分,组合 A₂B₃C₂D₃ 的感官评定结果为 88.22 分,故可以确定最佳工艺配方为 A₂B₃C₂D₃。即加工黄瓜酸奶的最优工艺配方是:黄瓜汁添加量为 8%,奶粉添加量为 12%,蔗糖含量为 8%,发酵剂接种量为 10%。

3 结论

本研究表明,黄瓜酸奶的最佳工艺条件为:黄瓜汁、蔗糖、奶粉的添加量分别为 8%、8% 和 12%,发酵剂接种量为 10%,40 ℃ 发酵 3.5 h,所得酸奶制品,色泽微绿、口感细腻柔滑、酸甜适中,且兼有纯乳酸发酵特有滋味和黄瓜特有香味。

参考文献:

[1]吕慧芳,刘四运,王俊良. 黄瓜的保健价值及机理研究进展[J]. 吉林蔬菜,2012(3):57-58.
[2]何晓明,林毓娥,陈清华,等. 不同类型黄瓜的营养成分分析及初

乐 薇, 吴士筠. 热浸法提取箬叶总黄酮的动力学研究[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(11): 359–361.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.11.113

热浸法提取箬叶总黄酮的动力学研究

乐 薇, 吴士筠

(武汉工商学院环境与生物工程学院, 湖北武汉 430065)

摘要:以 Fick 扩散定律为基础, 建立热浸法提取箬叶总黄酮的动力学模型, 由此推算出提取速率常数、活化能等动力学参数, 考察温度、时间对总黄酮提取率的影响。结果表明, 所得模型能较好地描述箬叶总黄酮提取的动态过程, 箬叶总黄酮的浸提过程符合一级动力学方程。热力学数据表明, 该提取过程是自发、吸热和熵增加的过程。

关键词:箬叶; 总黄酮; 热浸法; 动力学

中图分类号: R284.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)11-0359-03

从植物中提取有效成分, 提取工艺的选择, 优化始终是一个重要的内容, 也是重点和难点所在。植物功能成分浸提过程动力学是采用数学模型定量描述浸提过程中功能成分质量浓度随时间变化的规律, 其随揭示浸提温度、溶剂倍量、颗粒粒度等因素对浸提效果的影响以及优化浸提工艺等具有重要指导意义, 已成为当今研究热点^[1-4]。

箬叶为禾本科竹亚科箬竹属植物叶的总称, 该属植物约有 30 种以上, 均产自中国^[5], 自古以来就是端午节标志食品——粽子的包装物。据《本草纲目》记载, 箬叶味甘, 性寒, 有清热止血、解毒消肿之功效。现代药理分析发现, 箬叶具有杀菌、防腐、抗癌等多种显著作用, 可广泛应用于医药、食品及日化用品等^[6-7]。我国长江以南各省份均有大量野生箬叶资源, 特别是湖北武陵山区野生箬叶资源非常丰富, 在开发植物药用资源上具有优势。研究证明, 总黄酮是箬叶中的重要活性成分^[8], 含量丰富, 占箬叶总质量的 2% 左右^[9], 但相关提取的研究报道较少。本研究通过 Fick 第一、第二扩散定律, 建立热浸法提取箬叶总黄酮的动力学模型, 为箬叶总黄酮提取工艺条件优化及工艺设计提供理论依据。

1 热浸法提取箬叶总黄酮的动力学模型

从传质角度看, 箬叶总黄酮浸提过程是黄酮从箬叶(固相)向溶液(液相)进行扩散的两相间传质过程, 即溶剂渗透

进入箬叶颗粒, 颗粒内部黄酮被溶剂溶解后向颗粒表面扩散, 以及黄酮由箬叶颗粒表面向溶液主体扩散等 3 个同时发生的过程。对于黄酮的提取, 箬叶内黄酮的溶解可在瞬间完成, 而黄酮在箬叶颗粒内外的扩散过程相对于渗透和黄酮溶解是一个较慢的过程, 其在浸提中起主要作用。

箬叶内部总黄酮浓度随提取时间的增加不断降低, 为不稳定扩散过程。为便于分析, 本研究中采用平板模型, 先假设: (1) 颗粒的厚度是均匀的; (2) 有效成分黄酮的扩散方向是沿颗粒的厚度方向进行的; (3) 萃取开始和任意取样时间间隔内, 颗粒内各成分是均匀分布的; (4) 颗粒表面的传质阻力忽略不计且在任意取样时间间隔内有效成分的扩散系数不变; (5) 颗粒与溶剂的温度是相同的, 且温度是均匀分布的。根据 Fick 第一、第二定律建立的动力学模型为^[10-11]

$$\ln \frac{C_{\infty}}{C_{\infty} - C} = kt + \ln \frac{\pi C_{\infty}}{4(C_{\infty} - C_0)}; \quad (1)$$

$$k = \frac{\pi^2 D_s}{(2D)^2} \quad (2)$$

式中: C_0 为提取液溶质的初始质量浓度, %; C_{∞} 为提取平衡时提取液溶质的质量浓度, %; k 为速率常数; t 为提取时间, min; $2D$ 为箬叶的厚度; D_s 为内扩散系数。

2 材料与方法

2.1 试剂和仪器

芸香苷标准品: 中国药品生物制品检定所; 无水乙醇、亚硝酸钠、硝酸铝、氢氧化钠等均为分析纯。

B-220 恒温水浴锅, 上海亚荣生化仪器厂; 752 型紫外可见分光光度计, 上海光谱仪器有限公司; RE52CS 型旋转蒸

收稿日期: 2014-10-30

基金项目: 湖北省自然科学基金(编号: 2013C111)。

作者简介: 乐 薇(1979—), 女, 湖北沙市人, 硕士, 副教授, 研究方向为生物分析。E-mail: yuewei11@126.com。

步评价[J]. 广东农业科学, 2002(4): 15-17.

[3] 施兴凤, 李 琼, 李学辉, 等. 黄瓜黄酮类化合物的抗氧化作用[J]. 食品研究与开发, 2010, 31(3): 85-86.

[4] 王春芳, 毛 明, 胡菲菲, 等. 超高压和热处理后黄瓜汁感官品质的主观评价和仪器检测对比[J]. 农业工程学报, 2013, 29(10): 278-286.

[5] 侯丽丽, 陈洪海, 蔡敏杰, 等. 芹菜黄瓜复合蔬菜汁的研制[J]. 饮料工业, 2014, 17(1): 11-14.

[6] 范淑玲, 王 丹, 李春梅. 黄瓜乳饮料的研制[J]. 中国乳业,

2013(4): 59-61.

[7] 仪淑敏, 王雪琦, 励建荣, 等. 黄瓜汁鱼丸的研制及冷藏过程中品质变化规律的研究[J]. 食品工业科技, 2013, 34(22): 280-284.

[8] 赵 翊, 李红良, 陆燕贞. 均匀设计法在黄瓜酸奶发酵工艺条件优化中的应用[J]. 中国乳品工业, 2012, 40(4): 58-61.

[9] 刘志祥, 曾超珍, 吴耀辉, 等. 发酵型绿茶黄瓜酸乳的研制[J]. 食品与机械, 2006, 22(3): 97-99.

[10] 罗 伟. 芹菜营养保健酸奶的研制[J]. 农产品加工, 2012(11): 74-75.