

核桃发酵乳的制备工艺研究

郑晓霞, 张慧芳, 罗文健, * 杨 华

(山西农业大学 食品科学与工程学院, 山西 太谷 030801)

摘要: 通过模糊数学感官评定法及正交试验对核桃发酵乳的制备工艺进行了试验研究, 得出制备条件为核桃与牛奶比例 1.5:10 (V/V), 接种量 5%, 白砂糖添加量 7%, 发酵温度 42 ℃, 发酵时间 5 h。核桃发酵乳的营养指标分别为每 100 g 含干物质 24.86 g, 其中脂肪 9.01 g, 蛋白质 4.49 g, 碳水化合物 10.55 g, 灰分 0.70 g, 钙 100.34 mg。通过模糊数学感官评定法得出果酱核桃发酵乳中草莓果酱与橙汁果酱的添加量均为 7%。

关键词: 核桃; 发酵; 乳; 工艺

中图分类号: TS252.54

文献标志码: A

doi: 10.16693/j.cnki.1671-9646(X).2016.03.033

Preparation Process Development of Walnut Fermented Drinks

ZHENG Xiaoxia, ZHANG Huifang, LUO Wenjian, *YANG Hua

(College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

Abstract: In this paper, the process of walnut fermented drinks is studied. Using the fuzzy mathematics method of sensory evaluation and orthogonal design, the appropriate formula and technologic condition are determined. The results show that the amount is the proportion of walnut and milk 1.5:10 (V/V), inoculum level 5%, suger 7%, ferment temperature 42 ℃, ferment time 5 h. The nutritional indexes of walnut fermented drinks are dry matter 24.86 g, including fat 9.01 g, protein 4.49 g, carbohydrate 10.55 g, ash content 0.70 g, calcium 100.34 mg per 100 g. For walnut fermented drinks with jam, the added level is obtained as 7% of strawberry jam and orange jam by the fuzzy mathematics method of sensory evaluation.

Key words: walnut; ferment; milk; process

近年来, 食品工业飞速发展, 人们的生活水平也逐渐提高, 人们更加青睐具有合理营养和保健功能的食品, 发酵乳制品能够维持肠道正常菌群平衡、在发酵过程中产生多种有益维生素, 并且更加容易消化吸收^[1]。核桃在我国分布广、种类多, 且营养丰富。每 100 g 核桃含蛋白质 14.9 g, 脂肪 58.8 g, 其中脂肪大多为亚油酸、亚麻酸, 还含有少量糖类、纤维素及维生素和大量钙、磷、铁等矿物质元素^[2-3]。

在前人试验的基础上^[4-7], 本研究旨在开发一种新口味且营养价值更高的核桃发酵乳, 以核桃和牛奶为原料, 经发酵后熟, 得出灰白色、酸甜可口、乳酸味清香宜人、核桃味浓郁柔和、口感细腻、回味甘甜的成品, 不仅丰富了发酵乳的种类, 也为核桃的深加工提供了途径。

1 材料与方法

1.1 试验材料

核桃, 市售散核桃 (山西晋中太谷县); 牛奶,

山西农业大学动物科技学院新鲜牛乳; 菌种, 保加利亚乳杆菌 (*Lactobacillus bulgaricus*)、嗜热链球菌 (*Streptococcus thermophilus*), 实验室保存; 白砂糖, 市售优质白砂糖。

1.2 仪器与设备

FA25 型高速剪切乳化分散机, 上海弗鲁克机械制造有限公司产品; GZX-9076 MBE 型数显鼓风干燥箱, 上海博迅实业有限公司医疗设备厂产品; JJY-1/50 型均质机, 廊坊通用机械制造有限公司; HPP-9272 型电热恒温培养箱, 北京东联哈尔仪器制造有限公司产品; SW-CJ-2FD 型双人单面净化工作台, 苏州净化设备有限公司产品; SC-276 型海尔立式冷藏柜; NDJ-1 型旋转式黏度计。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程^[8]

核桃→去壳→热烫→去皮→加入牛奶打浆→过滤→加入白砂糖加热→均质→杀菌→冷却→菌种活化后接种→发酵→后熟→成品。

收稿日期: 2016-01-29

基金项目: 山西农业大学大学生科技创新项目 (13-038)。

作者简介: 郑晓霞 (1992—), 女, 硕士, 研究方向为畜产品加工。

* 通讯作者: 杨 华 (1979—), 女, 博士, 副教授, 研究方向为畜产品加工。

1.3.2 操作方法^[9]

①热烫,热烫温度 95℃,热烫时间 4 min;②打浆,采用 60℃打浆;③过滤,用 2 层纱布过滤;④均质,均质温度 65℃,均质压力 20 MPa;⑤杀菌,在 95℃条件下杀菌 15 min,之后迅速冷却到 40℃左右进行接种;⑥菌种活化与驯化,采用新鲜无抗牛乳活化菌种(保加利亚乳杆菌:嗜热链球菌=1:1);⑦后熟,发酵结束后,在 4℃条件下后熟 12 h。

1.3.3 核桃牛奶最适比例的评定方法

采用模糊数学感官评定法^[10],选 10 名专业食品感官人员在评定前 1 d 内不许饮酒、抽烟以及吃任何刺激性食物,每对一个样品进行评定之后立即用清水漱口。评定人员分别对产品(核桃牛奶比例分别为 1.0:10,1.5:10,2.5:10)的色泽与外观、香气与滋味、组织状态和总体可接受度 4 个因素进行感官评定,最后总结评定表,进行分析。

(1)模糊数学法模型的建立。以色泽与外观、香气与滋味、组织状态和总体可接受度 4 个因素为因素集,以很好、好、一般、差为评语集,按照感官评定结果,创建 4 个单因素评价矩阵,用模糊数学评定法将其进行分析。

(2)感官评价的因素集、评语集。因素集 $U=\{\text{色泽与外观,香气与滋味,组织状态,总体可接受度}\}$;评语集 $V=\{\text{很好,好,一般,差}\}$;其中,很好 4 分,好 3 分,一般 2 分,差 1 分。

(3)权重的确定。权重集 $X=\{0.20, 0.30, 0.20, 0.30\}$,即色泽与外观 20 分,香气与滋味 30 分,组织状态 20 分,总体可接受度 30 分,共 100 分。

(4)模糊关系综合评判集。模糊关系综合评定集 $Y=X \times R$,式中 X 为权重集、 R 为模糊矩阵。

1.3.4 核桃发酵乳发酵条件的确定方法

通过对核桃发酵乳的影响因素进行分析,确定接种量、白砂糖添加量、发酵温度、发酵时间为试验因素,选用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计。通过此试验来确定核桃发酵乳的发酵工艺参数。

发酵工艺因素与水平设计见表 1。

表 1 发酵工艺因素与水平设计

水平	A 接种量 /%	B 白砂糖添加量 /%	C 发酵温度 $\theta/^\circ\text{C}$	D 发酵时间 t/h
1	3	5	38	4
2	5	6	40	5
3	7	7	42	6

1.3.5 果酱核桃发酵乳中果酱添加量的评定方法

采用模糊数学感官评定法。

1.3.6 核桃发酵乳营养及理化指标的测定方法

蛋白质、脂肪、水分、碳水化合物、灰分、钙含量及酸度均采用国家标准,其中蛋白质按 GB

5009.5—85 执行,脂肪按 GB 5009.6—85 执行,水分按 GB 5009.3—85 执行,碳水化合物按 GB 5009.7—85 执行,灰分按 GB 5009.4—85 执行,钙含量按 GB/T 5009.92—2003 执行,酸度按 GB 5413.34—2010 执行,黏度采用旋转式黏度计。

1.3.7 成品的感官指标及评定标准

成品感官指标及评分标准见表 2。

表 2 成品感官指标及评分标准

感官指标	评分标准	分值(等级)
色泽与外观	颜色灰白 均匀 无气泡	15~20 分(很好)
	颜色略深 无明显气泡	10~14 分(好)
	颜色暗淡 有少量气泡	5~9 分(一般)
	颜色暗淡 有大量气泡	0~4 分(差)
香味与滋味	有浓浓的核桃果香,口感细腻,有少许涩味	23~30 分(很好)
	有轻微的核桃果香,口感较细腻,涩味不明显	15~22 分(好)
	有浓重的核桃果香,口感略粗糙,涩味严重	7~14 分(一般)
	基本没有核桃果香,口感一般	0~6 分(差)
组织状态	紧密 均匀 不分层 无析水	23~30 分(很好)
	不紧密 不分层 无析水	15~22 分(好)
	不紧密 略有析水	7~14 分(一般)
	有分层现象 析水多	0~6 分(差)
总体可接受度	良好	15~20 分(很好)
	较好	10~14 分(好)
	一般	5~9 分(一般)
	难以接受	0~4 分(差)

2 结果与分析

2.1 不同核桃牛奶比例的感官评定结果

核桃牛奶最适比例评定结果见表 3。

表 3 核桃牛奶最适比例评定结果

比例	因素	很好(4分)	好(3分)	一般(2分)	差(1分)
1.0:8	色泽与外观	4	4	2	0
	气味与滋味	0	2	6	2
	组织状态	2	2	5	1
	总体可接受	2	3	5	0
1.0:10	色泽与外观	4	4	2	0
	气味与滋味	0	5	5	0
	组织状态	2	6	2	0
	总体可接受	0	5	5	0
1.5:10	色泽与外观	3	6	1	0
	气味与滋味	6	4	0	0
	组织状态	5	5	0	0
	总体可接受	4	5	1	0
2.5:10	色泽与外观	4	4	2	0
	气味与滋味	0	1	7	2
	组织状态	2	6	2	0
	总体可接受	0	4	5	1

按照模糊数学感官评定法,对表 3 进行评定,

结果得出4个核桃牛奶比例模糊综合评判分别为 $Y_1 = (0.200, 0.300, 0.300, 0.200)$, $Y_2 = (0.250, 0.375, 0.375, 0.000)$, $Y_3 = (0.143, 0.429, 0.429, 0)$, $Y_4 = (0.182, 0.273, 0.273, 0.273)$, 对应模糊数学关系综合评判核桃发酵乳的峰值分别为0.300, 0.375, 0.429和0.273, 即4个核桃牛奶比例的综合评定等级分别为一般、好、很好、差。可见, 核桃牛奶比例为1.5:10时感官评价最高。核桃比例太小, 会导致风味不足, 与普通酸奶无异; 而比例太大则会导致口味太涩, 口感不好。

2.2 核桃发酵乳发酵条件的正交试验结果

核桃发酵乳发酵条件的正交试验结果见表4。

表4 核桃发酵乳发酵条件的正交试验结果

试验号	A	B	C	D	评定结果
1	1	1	1	1	64
2	1	2	2	2	72
3	1	3	3	3	78
4	2	1	2	3	75
5	2	2	3	1	87
6	2	3	1	2	88
7	3	1	3	2	76
8	3	2	1	3	76
9	3	3	2	1	70
K_1	214	222	228	221	
K_2	250	217	217	236	
K_3	222	232	241	229	
$\bar{K}_1$	71.33	74.00	76.00	73.67	
$\bar{K}_2$	83.33	72.33	72.33	78.67	
$\bar{K}_3$	74.00	78.67	80.33	76.33	
R	12	6.33	8	5	
最优水平	A_2	B_3	C_3	D_2	

根据R分析结果表明, 产品感官品质的主要影响因素为接种量, 其次为发酵温度、白砂糖添加量及发酵时间。同时, 得出发酵工艺最优水平组合为 $A_2B_3C_3D_2$, 即最佳发酵条件是接种量5%, 白砂糖添加量7%, 发酵温度42℃, 发酵时间5h。此条件下制得的成品酸甜可口、状态均一稳定。进行3次重复验证试验, 核桃发酵乳的感官评分最高。

2.3 果酱核桃发酵乳中果酱添加量的感官评定结果

果酱核桃发酵乳中果酱添加量感官评定结果见表5。

根据模糊数学感官评定法, 对表5的结果进行评定, 得出2种不同果酱添加量的模糊综合评定分别为 $Y_{A1} = (0.333, 0.333, 0.222, 0.111)$, $Y_{A2} = (0.429, 0.429, 0.143, 0)$, $Y_{A3} = (0.3, 0.3, 0.2, 0.2)$, $Y_{B1} = (0.3, 0.3, 0.3, 0.1)$, $Y_{B2} = (0.5, 0.5, 0, 0)$, $Y_{B3} = (0.429, 0.429, 0.143, 0)$, 对应模糊数学综合评判果酱核桃发酵乳的峰值分别为0.333, 0.429, 0.300, 0.300, 0.500, 0.429。可以得出草莓果酱添

表5 果酱核桃发酵乳中果酱添加量感官评定结果

	因 素	很好(4分)	好(3分)	一般(2分)	差(1分)
A(5%)	色泽与外观	7	2	1	0
	香气与滋味	3	5	1	1
	组织状态	6	3	0	1
	总体可接受	4	3	2	1
A(7%)	色泽与外观	8	2	0	0
	香气与滋味	7	2	1	0
	组织状态	6	3	1	0
	总体可接受	5	5	0	0
A(10%)	色泽与外观	4	5	1	0
	香气与滋味	3	4	2	1
	组织状态	5	4	1	0
	总体可接受	3	3	2	2
B(5%)	色泽与外观	6	4	0	0
	香气与滋味	2	3	4	1
	组织状态	3	7	0	0
	总体可接受	3	5	2	0
B(7%)	色泽与外观	9	1	0	0
	香气与滋味	10	0	0	0
	组织状态	8	2	0	0
	总体可接受	7	3	0	0
B(10%)	色泽与外观	8	2	0	0
	香气与滋味	4	5	1	0
	组织状态	7	2	1	0
	总体可接受	7	2	0	1

加量为7%时, 模糊数学综合评判峰值最高为0.429; 橙汁果酱添加量为7%时, 模糊数学综合评判分值最高为0.500。橙汁果酱核桃发酵乳的感官评价更高, 草莓酱中有草莓籽, 一定程度上影响了其感官品质。加入的果酱降低了核桃发酵乳中的涩味, 使其更加爽口, 但添加量太大时, 则使得核桃发酵乳太甜, 核桃味道被掩盖, 有些腻口, 感官品质下降^[1]。果酱核桃发酵乳丰富了产品风味, 果酱的加入减轻了核桃的涩味, 带来了水果的香气, 为产品增加了爽口感。

2.4 核桃发酵乳品质指标

2.4.1 核桃发酵乳的感官指标

产品呈灰白色, 酸甜可口、口感细腻, 状态均一, 乳酸味清香宜人, 核桃味浓郁柔和。

2.4.2 核桃发酵乳的营养及理化指标

核桃发酵乳的营养及理化指标测定结果见表6。

核桃发酵乳的蛋白质、脂肪含量显著提高, 增加了营养价值, 脂肪中多为不饱和脂肪酸, 是人体必需的脂肪酸, 对身体十分有益。同时, 干物质含量上升, 使得黏度显著增大, 而加入果酱后的核桃发酵乳中由于稀释作用, 从而黏度下降。酸度均在85~95℃, 口感适中。

2.4.3 核桃发酵乳的乳酸菌指标

活性乳酸菌 6.54×10^6 CFU/mL。

2.4.4 微生物指标

致病菌不得检出。

表6 核桃发酵乳的营养及理化指标测定结果

	蛋白质/g	脂肪/g	碳水化合物/g	酸度/°T	水分/g	灰分/g	钙/mg	黏度/mPa·s
原味酸奶	2.93±0.17	2.11±0.12	10.26±2.76	92.34±2.33	83.98±1.02	0.61±0.02	103.78±3.67	6300±47
核桃酸奶	4.49±0.24	9.01±0.09	10.55±1.98	88.38±3.03	75.14±1.54	0.70±0.02	100.34±2.98	9267±144
草莓核桃酸奶	4.38±0.16	8.93±0.11	13.27±2.65	91.08±2.67	72.70±1.32	0.62±0.03	98.23±2.87	3067±54
橙汁核桃酸奶	4.55±0.22	9.01±0.12	12.64±1.34	89.37±2.09	72.92±1.02	0.77±0.33	99.74±3.65	2733±54

3 结论

核桃发酵乳的制备条件为核桃与牛奶比例 1.5 : 10 (V/V), 接种量 5%, 白砂糖添加量 7%, 发酵温度 42 °C, 发酵时间 5 h; 核桃发酵乳的营养价值高, 口感酸甜细腻, 核桃味浓郁柔和。通过模糊数学感观评定法得出果酱核桃发酵乳中草莓酱与橙汁酱的最适添加量均为 7%, 且橙汁酱核桃酸奶的感官评价较高。

参考文献:

- [1] 王磊, 陈宇飞. 发酵饮料的开发现状及研究前景 [J]. 食品工业科技, 2015 (10): 379-382.
- [2] 丁涓, 蒲洋. 核桃酸奶营养价值及工艺的研究 [J]. 科技信息, 2009 (35): 860-901.
- [3] 敬思群, 陈晓平. 乳酸菌发酵核桃乳工艺及物性学研究 [J]. 乳品加工, 2005 (4): 52-56.

- [4] 朱俊玲. 凝固型核桃发酵酸乳的研制 [J]. 食品工业, 2005 (3): 56-57.
- [5] 周杏子, 王子娜. 核桃发酵乳的制备工艺及抗氧化活性研究 [J]. 北京林业大学学报, 2013, 35 (5): 139-143.
- [6] 敬思群. 乳酸菌发酵核桃乳的研究 [J]. 食品与发酵工业, 2006, 32 (7): 157-160.
- [7] 刘俊果. 发酵型核桃乳饮料的研制 [J]. 食品科技, 2000 (4): 47-48.
- [8] 邢建华. 发酵型核桃猕猴桃饮料研究 [J]. 安徽农业科学, 2010, 38 (10): 5301-5303.
- [9] 牛美兰. 枸杞核桃乳工艺条件与配方 [J]. 湖北农业科学, 2012, 51 (12): 2549-2559.
- [10] 张俊英. 牛奶母核桃乳饮料的研制 [J]. 食品工业科技, 2008 (7): 160-164.
- [11] 晋圣坤, 李勇. 模糊综合评判法在食品感官分析中的应用 [J]. 肉类研究, 2011, 25 (1): 64-67. ◇

(上接第 22 页)

度选择 30 mg/100 g, 护色时间选择 20 min。当护色液 pH 值选择 6.5 时, 更有利于护色液中锌取代叶绿素中镁, 生成锌的衍生物, 成为一种和叶绿素相近的绿色, 比原来的颜色更稳定, 更易长期保持。同时, 经测定成品中的锌含量为 0.94 mg/100 g, 低于食品卫生标准中要求的锌限量 (2 mg/100 g), 符合食品安全标准, 因此使用 30 mg/100 g 浓度的护色液进行护绿处理对于蕨菜的食用来说是安全的。

4 结论

通过单因素试验, 确定护色液为醋酸锌, 烫漂条件为烫漂温度 85 °C, 柠檬酸浓度 2.5%, 烫漂时间 4 min, 并采用 $L_9(3^4)$ 正交试验确定护色液浓度、护色液 pH 值和护色时间。结果表明, 护色液 pH 值对护色效果影响最显著, 其次是醋酸锌浓度和护色时间; 通过正交试验获得的最佳护色工艺参数为醋酸锌浓度 30 mg/100 g, 护色液 pH 值 6.5, 护色时间

20 min。

参考文献:

- [1] 马博, 苏仕林, 李荣峰. 蕨菜化学成分及其生物活性研究进展 [J]. 食品工业科技, 2011, 32 (3): 245-247.
- [2] 张俊艳. 蕨菜真空冷冻干燥技术研究 [D]. 长春: 吉林农业大学, 2003.
- [3] 张学义, 张晶, 安文和. 蕨菜加工过程中多酚氧化酶活性研究 [J]. 牡丹江师范学院学报 (自然科学版), 2008 (4): 17-18.
- [4] 文连奎, 张微, 王立芳, 等. 果蔬真空冷冻干燥加工技术研究进展 [J]. 农产品加工, 2009 (3): 5-8.
- [5] 程双, 胡忠文, 马跃, 等. 鲜切果蔬酶促褐变机理及控制研究进展 [J]. 食品与机械, 2009, 25 (4): 173-176.
- [6] 王继伟, 赵全, 葛英亮, 等. 真空冷冻干燥蕨菜工艺的研究 [J]. 西安工程科技学院学报, 2007, 21 (5): 632-643.
- [7] 乔晓玲, 闫祝炜, 张原飞, 等. 食品真空冷冻干燥技术研究进展 [J]. 食品科学, 2008 (5): 469-474. ◇

欢迎订阅 《农产品加工》 欢迎投稿

邮发代号: 22-121 22-19

电 话: 0351-4606085

在线投稿: www.ncpjgkxk.com

投稿邮箱: ncpjgkxk@163.com