

红松松针功能酸奶生产工艺优化及质构分析

石 矛^{1*}, 陈丽娜², 马 杰¹

(1. 吉林省疾病预防控制中心, 长春 130062; 2. 长春大学食品科学与工程学院, 长春 130022)

摘 要: 目的 对以松针水提取液及液态奶为原料生产的功能凝固型酸奶的生产工艺进行优化并对其进行物性分析。**方法** 通过单因素实验确定影响红松松针酸奶品质的主要因素和水平, 并采用正交试验设计确定其最佳生产工艺, 评价指标为感官评分。采用物性仪对红松松针酸奶的坚实度、稠度进行测定, 并对采用最佳工艺生产的松针酸奶的理化性质(可溶性固形物、蛋白质、脂肪、多糖、黄酮)进行测定, 并与市售同类产品进行对比。**结果** 根据感官评分及物性检测结果确定的最佳生产工艺为: 松针浸提液用量为 15%、白砂糖用量为 7%、发酵剂用量为 25%, 采用物性仪对生产的松针酸奶进行测定, 坚实度为 49.848, 稠度为 303.529; 其可溶性固形物含量为 13.1%、蛋白质含量为 2.47%、脂肪含量为 2.92%、多糖含量为 4.14%、黄酮含量为 3.58%。**结论** 通过最佳条件得到的红松松针酸奶与市售同类产品相比较, 质地嫩滑、细腻, 呈淡黄绿色, 松针气味清新, 酸甜适口, 无明显涩味, 且无水滴析出, 符合国家对此类产品的质量规定。

关键词: 松针; 酸奶; 生产工艺; 物性检测

Optimization of production technology and analysis of texture of pine needle function yogurt

SHI Mao^{1*}, CHEN Li-Na², MA Jie¹

(1. Jilin Province Center for Disease Control and Prevention, Changchun 130062, China; 2. College of Food Science and Engineering, Changchun University, Changchun 130022, China)

ABSTRACT: Objective To optimize the production technology and analyze the physical property of functional coagulation type yogurt with water extract of Korean pine needles and liquid milk as material. **Methods** The single factor experiment was conducted to determine the factors and levels that affected the taste and quality of the Korean pine needles function yogurt. The best production process of the Korean pine needles function yogurt was determined by orthogonal experimental design and the evaluation index was sensory score. The firmness and consistency of yoghurt with Korean pine needles were determined by texture analyzer, and the physical and chemical properties (soluble solids, protein, fat, polysaccharide and flavonoid) of the yoghurt produced by the best technology were measured and compared with similar yoghurt products which were commercially available. **Results** According to the sensory score and physical property test results, the optimum production process was determined as follows: the amount of pine needles extract was 15%, the amount of sugar was 7%, fermentation dosage was 25%. The firmness and consistency of Korean pine needles yogurt determined by texture analyzer were 49.848 and 303.529, respectively. And the content of soluble solids was 13.1%, protein was 2.47%, fat was 2.92%, polysaccharide was 4.14%, and the flavonoids was 3.58%. **Conclusion** Compared with commercially available similar ones, the products made by

*通讯作者: 石矛, 主管技师, 主要研究方向为保健食品的理化检测。E-mail: shi_mao@163.com

*Corresponding author: SHI Mao, Supervisor Technician, Jilin Province Center for Disease Control and Prevention, Changchun 130022, China. E-mail: shi_mao@163.com

optimal conditions are tender, yellowish green, and had fresh pine smell, sweet and sour taste, no obvious astringency, and no precipitation drops, which meet the quality requirements in China.

KEY WORDS: pine needles; yogurt; production technology; physical property detection

1 引言

红松(*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.)为松科松属植物, 又名海松、新罗松、果松等。在我国分布在东北的长白山到小兴安岭一带^[1]。松针作为松叶即松科松属植物的针状叶, 含有多种化学成分, 包括挥发油类、木脂素类及黄酮类等。松针还含有大量蛋白质、脂类物质、胡萝卜素、叶绿素、多种维生素、微量元素以及低聚原花青素等抗氧化活性物质。松针中丰富的活性物质及 Ca、P、Mn 等矿物质是人体更为需要的, 其中维生素含量比一般蔬菜高几倍, 胡萝卜素含量远高于胡萝卜中的含量, 具有更高的营养价值和多种生理活性功能^[1,2]。松针具有抗炎镇咳、降血脂胆固醇、双项调节血压、软化血管、增加血管弹性、辅助治疗糖尿病和调节免疫力等作用。医学临床上也用来治疗感冒、咳嗽、高血压及癌症等。松针外形挺直似矛、色泽翠绿、味道嫩香持久、汤色嫩绿, 而且价格低廉, 不像人参、灵芝般昂贵, 但功能和营养价值却丝毫不逊色。同时, 松针无毒、无副作用。因此, 富含抗氧化物质的松针可作为抗氧化功能食品的良好原料^[2]。

随着人们收入水平的提高, 乳制品已经成为城市餐桌上的必需品。其中, 具有保健作用、口味独特的酸奶弥补了纯奶口味单一的缺点, 受到了众多年轻消费者的青睐, 成为乳品行业中消费增长速度最快的乳制品。在国外, 现已研制开发出了 2000 多种为消费者所喜爱的功能性酸奶, 例如红枣酸奶、低糖酸奶和功能性魔芋酸奶等受到消费者的热力追捧。在国内, 由于酸奶行业起步晚, 基础研究薄弱, 所研发的种类和功能都比较单一^[3,4], 因此松针酸奶具有很好的研究和市场价值。本研究以松针提取液及液态奶为原料, 对红松松针酸奶的生产工艺进行了优化, 并对其进行物性分析, 为了保证产品的质量及安全性, 还对其理化指标和微生物指标进行了测定。

2 材料与方法

2.1 实验材料

红松松针(集安林场提供)、液态奶(无抗生素残留)、发酵剂(蒙牛原味酸奶菌种)、白砂糖(云南滇鹏糖业有限公司)

司)均为食品级; 大豆分离蛋白(实验室自制); 老北京酸奶(内蒙古蒙牛乳业(集团)股份有限公司)。

2.2 主要仪器设备

BSM 精密电子天平(上海精密科学仪器有限公司); SYG 数显恒温六孔水浴锅(北京时代北利离心机有限公司); TMS-PRO 物性仪(美国 FTC 公司); 722 分光光度计(上海实验仪器厂)。

2.3 工艺流程^[5,6]

松针→清洗→破碎→浸提(固液比 1:30)→过滤
↓
辅料(松针浸提液、大豆分离蛋白、蔗糖等)
↓
原料乳→标准化→配料→过滤→预热(50~60 ℃)→均质(10.0~20.0 MPa)→杀菌(90~95 ℃、5~10 min)→冷却(40~45 ℃)→接种→灌装→发酵(38~42 ℃、4~8 h)→冷却→冷却后熟(2~6 ℃)→成品

酸奶基本配方为(终产品质量比): 白砂糖 5%、发酵剂 25%、大豆分离蛋白 1%及松针浸提液 15%。

2.4 产品检测^[7-9]

2.4.1 物性检测

本研究制作的酸奶属于凝固型酸奶, 因此与市售同类凝固型酸奶进行比较研究。仅仅通过感官评分, 只能对酸奶的口感和风味进行评价, 通过物性仪还可以利用仪器客观地对产品的物理性质进行测定, 能够更准确地衡量产品的品质。而凝固型酸奶产品的质量主要取决于其坚实度和稠度, 通过物性测试仪测出市售蒙牛老北京酸奶的坚实度及稠度见表 1, 结合感官评定对松针酸奶的配方进行分析, 邀请 10 位业内专业人士对红松松针酸奶进行感官评分, 具体标准见表 2。

2.4.2 理化性质检测

脂肪含量: 按 GB 5413.3-2010 中规定的方法进行测定^[12];

蛋白质含量: 按 GB 5009.5-2010 中规定的方法进行测定^[13];

黄酮含量: 采用分光光度计测定^[14,15];

表 1 市售同类酸奶物性检测
Table 1 Physical properties of the similar commercially available yoghurt

指标	坚实度	稠度	感官品质
市售酸奶	51.559	311.829	质地均匀、细腻, 口感嫩滑, 有光泽, 酸甜适中, 无明显水滴析出

多糖含量: 采用苯酚-硫酸法, 用分光光度计测定^[16]。

2.4.3 微生物指标检测^[17]

细菌总数: 平板计数法; 大肠杆菌: MPN 计数法。

3 结果与分析

3.1 不同含量松针浸提液对红松松针酸奶的影响

按不同比例量取红松松针浸提液, 分别加入等量的白砂糖和发酵剂, 制作成松针酸奶。采用物性测试仪测定不同松针浸提液浓度下成品的坚实度和稠度, 结果见表 3。从表 3 可以看出, 松针浸提液添加量位 10%~20%时, 其坚实度、稠度及感官评价均接近市售同类酸奶。

3.2 不同白糖添加量对红松松针酸奶的影响

按不同比例称取白砂糖, 同时添加等量的红松松针浸提液和发酵剂, 制作松针酸奶, 采用物性测试仪测定不

同糖含量酸奶的坚实度和稠度, 结果见表 4, 从表 4 可以看出, 糖添加量在 5%~9%时, 松针酸奶的坚实度、稠度及感官评价均接近市售同类酸奶。

3.3 不同含量发酵剂对红松松针酸奶的影响

按不同比例称取发酵剂, 同时添加等量的红松松针提取液和白砂糖, 制作松针酸奶, 采用物性测试仪测定不同发酵剂含量的酸奶的坚实度和稠度。结果见表 5, 从表 5 可以看出, 发酵剂添加量在 15%~25%时, 其坚实度、稠度及感官评价均接近市售同类酸奶, 因此将这 3 个指标作为正交因素的 3 个水平。

3.4 正交实验结果分析及方差分析

通过比较单因素试验结果与市售酸奶的测定结果, 初步确定了影响松针酸奶最佳感官品质的主要因素及其添加范围, 松针酸奶最佳配方的正交试验设计见表 6。

表 2 松针酸奶感官评价标准^[10,11]

Table 2 Sensory evaluation standard of pine needle yogurt

项目	评价标准	得分
色泽	呈浅黄绿色, 均匀一致	15~20
	接近黄绿色, 基本一致	10~15
	呈黄色或绿色, 严重不均匀	9
滋味及气味	酸甜适口, 具有松针特有清香	35~40
	酸甜基本适口, 松针味道淡	30~34
	甜酸严重偏离, 具有松针的苦涩味道	29
组织形态	柔软适中, 细腻, 无气泡, 表面光滑, 无水析出	15~20
	偏软或偏硬, 基本细腻, 少量气泡, 少量水析出	10~14
	半凝固或偏硬, 不够细腻, 大量气泡, 表面大量水析出	9
口感	入口细腻, 嫩滑, 有弹性, 无明显涩口味道	15~20
	入口基本细腻, 有弹性, 偏软或硬, 口感发涩	10~14
	入口不细腻, 结块, 无弹性, 过硬或过软, 过于厚重、粘稠, 涩味明显	9

表 3 不同添加量松针酸奶的坚实度和稠度比较

Table 3 Comparison of firmness and consistency of pine needle yoghurt with different adding amount of pine needle extracts

松针浸提液(%)	坚实度	稠度	感官评价
5	62.737	447.868	质地细腻, 无明显水滴渗出, 无明显的松针清香味, 颜色偏淡
10	52.093	398.253	质地均匀, 细腻, 无明显水滴析出, 松针味道清香、柔和, 呈淡黄绿色
15	48.995	370.488	质地均匀, 细腻, 无明显水滴析出, 松针味道清香、柔和, 呈淡黄绿色
20	43.105	332.029	质地均匀, 无明显水滴析出, 松针味道清香, 呈淡黄绿色
25	35.482	248.554	凝固性偏差, 过软, 无明显水滴析出, 松针味道较浓呈淡黄绿色
30	32.363	207.021	凝固性差, 有水滴析出, 松针味道明显, 呈淡黄绿色
35	31.393	209.066	凝固性极差, 明显水滴析出, 松针味道强烈、有涩口感, 呈淡黄绿色

表 4 不同糖含量松针酸奶的坚实度和稠度比较
Table 4 Comparison of firmness and consistency of pine needle yoghurt with different sugar content

糖含量(%)	坚实度	稠度	感官评价
3	39.965	412.195	凝固性差, 偏软, 无明显水滴渗出, 甜味不明显, 口感偏涩
5	48.233	301.952	质地均匀, 甜味适当, 呈淡黄绿色
7	49.272	300.045	质地均匀, 细腻, 无明显水滴析出, 松针味道清香、柔和, 酸甜适口, 呈淡黄绿色
9	49.827	294.026	质地均匀, 细腻, 无明显水滴析出, 偏甜, 呈淡黄绿色
11	41.580	290.679	凝固性差, 甜味偏高, 酸味不明显, 呈淡黄绿色

表 5 不同发酵剂含量松针酸奶的坚实度和稠度比较
Table 5 Comparison of firmness and consistency of pine needle yoghurt with different fermentation agent content

发酵剂含量(%)	坚实度	稠度	感官评价
10	54.608	444.784	凝固性差, 有少许水滴析出, 呈淡黄绿色
15	49.342	405.364	凝固性好, 质地均匀细腻, 口感嫩滑, 无明显水珠析出, 呈淡黄绿色
20	45.669	374.721	凝固性好, 有少许水滴析出
25	43.907	282.149	凝固性一般, 口感不嫩滑, 有少许水滴析出
30	35.690	231.886	凝固性好, 口感不嫩滑, 有大量水滴析出

表 6 松针酸奶制作工艺 $L_9 3^4$ 正交实验
Table 6 $L_9 3^4$ orthogonal experiment of pine needle yogurt production process

因素 水平	松针浸提液 (%)(A)	糖(%) (B)	发酵剂(%) (C)
1	10	5	15
2	15	7	20
3	20	9	25

通过表 7 可以得到, 红松松针酸奶工艺的最佳条件是 $A_2B_2C_3$, 即松针浸提液添加量为 15%、糖添加量为 7%、发酵剂用量为 25%。由极差可以看出, 3 个因素对酸奶品质的影响大小为: 松针浸提液添加量 > 发酵剂用量 > 糖添加量, 通过最佳条件得到的产品与市售同类产品相比较最为接近, 质地嫩滑、细腻, 呈淡黄绿色, 松针气味清新、酸甜适口、无明显涩味, 且无水滴析出。

表 7 红松松针酸奶 $L_9 3^4$ 正交实验结果
Table 7 The results of $L_9 3^4$ orthogonal experiment of Korean pine needles yogurt

所在列	A	B	C	D			
因素	松针浸提液	白砂糖	发酵剂		感官评分	坚实度	稠度
实验 1	1	1	1	1	67	48.164	386.201
实验 2	1	2	2	2	71	54.123	453.530
实验 3	1	3	3	3	78	34.234	224.068
实验 4	2	1	2	3	89	49.48	381.881
实验 5	2	2	3	1	98	49.848	303.529
实验 6	2	3	1	2	74	55.856	414.467
实验 7	3	1	3	2	82	35.482	266.847
实验 8	3	2	1	3	76	50.173	400.918
实验 9	3	3	2	1	85	37.769	287.102
均值 1	72.00	79.33	72.33	83.33			
均值 2	87.00	81.67	81.67	75.67			
均值 3	81.00	79.00	86.00	81.00			
极差	15.00	2.67	13.67	7.67			

表 8 红松松针酸奶工艺方差分析表
Table 8 Process variance analysis table of Korean pine needles yoghurt

因素	偏差平方和	自由度	<i>F</i> 比值	<i>F</i> 临界值	显著性
松针浸提液	342.000	2	26.999	19.000	*
白砂糖	12.667	2	1.000	19.000	
发酵剂	292.667	2	23.105	19.000	*
误差	12.670	2			

由方差分析表 8 可见,在所选取的各因素的范围内,松针浸提液和发酵剂是影响松针功能酸奶品质的显著因素。

3.5 产品理化指标

为了保证松针酸奶的质量和营养功能,采用国标方法对松针酸奶的基本理化成分进行了检测,并针对其功能成分多糖和黄酮的含量进行了测定。

3.5.1 松针酸奶的理化指标

按本研究得到的松针酸奶最佳配方制作产品,对产品进行物性分析和感官评价,同时,按国标方法测定其固形物含量、脂肪、多糖及黄酮含量,测定结果如表 9 所示。

表 9 松针酸奶理化指标分析
Table 9 Analysis on the physical and chemical indicators of pine needles yogurt

项目	松针酸奶	含量(%)
理化指标	可溶性固形物	13.1
	蛋白质	2.47
	脂肪	2.92
	多糖	4.14
	黄酮	3.58

3.5.2 松针酸奶的微生物指标

对产品的细菌总数和致病菌进行测定,结果分别为细菌总数 100 (CFU/100 g),致病菌没有检出。

4 结 论

红松松针含有多种维生素及丰富的硒、多糖、黄酮类、低聚原花青素和多元酚类等抗氧化活性物质,具有抗自由基、抗炎及延缓衰老等功效。长期食用松针不会产生任何毒副作用,因此,红松松针可作为抗氧化功能食品的原料。本研究以松针提取液及脱脂奶粉为原料生产功能性酸奶并对其进行物性分析。通过单因素实验确定影响红松松针酸奶品质的主要因素和水平,并采用正交试验设计确定出其最佳生产工艺为:松针浸提液用量为 15%、白砂糖用量为 7%、发酵剂用量为 25%。通过最佳条件得到的产品与市售同类产品相比较,质地嫩滑、细腻,呈淡黄绿色,松针气味清新、酸甜适口、无明显涩味,且无水滴析出。本研究能

够为功能性酸奶的研发提供理论依据。

参考文献

[1] 杨鑫, 邱建伟, 张华, 等. 松属植物化学成分及生物活性的研究进展[J]. 中药材, 2007, 30(7): 878–883.
Yang X, Qiu JW, Zhang H, *et al.* Research progress on the chemical constituents and bioactivity of Pine [J]. J Chin Med Mat, 2007, 30(7): 878–883.

[2] 胡丰林, 陆瑞利. 松针的利用价值分析[J]. 生物学杂志, 1996, (2): 25–26.
Hu FL, Lu RL. Analysis of the use value of pine needles [J]. J Biol, 1996, (2): 25–26.

[3] 宗宪峰. 酸奶的营养价值与保健功能[J]. 中国食物与营养, 2008, 9: 60–61.
Zong XF. Nutritional value and health function of yogurt [J]. Food Nutr Chin, 2008, 9: 60–61.

[4] 李卫, 王开会, 程倩. 我国风味型酸奶的研究现状及发展趋势[J]. 广东化工, 2009, 36(5): 120–121.
Li W, Wang KH, Cheng Q. Research status and development tendency of flavored yogurt [J]. Guangdong Chem Ind, 2009, 36(5): 120–121.

[5] 周颖. 蓝莓玉米酸奶的制备工艺及工厂设计[D]. 南昌: 南昌大学, 2013.
Zhou Y. Preparation technology and plant design of blueberry corn yoghurt [D]. Nanchang: Nanchang University, 2013.

[6] 骆承庠. 乳与乳制品工艺学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
Luo CX. Technology of milk and dairy products [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003.

[7] 刘亚平, 李红波. 物性分析仪及 TPA 在果蔬质构测试中的应用综述[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2010, 30(2): 188–192.
Liu YP, Li HB. Application of physical property analyzer and TPA in fruit and vegetable texture test [J]. J Shanxi Agric Univ (Nat Sci Ed), 2010, 30(2): 188–192.

[8] 吴洪华, 姜松. 食品质地及其 TPA 测试[J]. 食品研究与开发, 2005, (5): 128–131.
Wu HH, Jiang S. Food texture and TPA test [J]. Food Res Dev, 2005, (5): 128–131.

[9] Ohno T, Tomastu M, Toeda K, *et al.* Texture of cooked rice prepared from aged rice and its improvement by reducing agents [J]. Biochem, 2007, 71(12): 2912–2920.

[10] 金嫒, 李新华, 王宏, 等. 凝固型酸奶感官品质的控制[J]. 农产品加工, 2006, (1): 56–58.
Jin L, Li XH, Wang H, *et al.* Sense quality controlling of solidified

- yoghurt [J]. Agric Prod Proc, 2006, (1): 56–58.
- [11] 张晓鸥. 食品感官评定[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006.
- Zhang XO. Food sensory evaluation [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2006.
- [12] GB 5413.3-2010 食品安全国家标准 婴幼儿食品和乳品中脂肪的测定[S].
- GB 5413.3-2010 National food safety standard-Determination of fat in foods for infants and young children, milk and milk products [S].
- [13] GB 5009.5-2010 食品安全国家标准 食品中蛋白质含量的测定[S].
- GB 5009.5-2010 National food safety standard-Determination of protein in foods [S].
- [14] 陈丽娜, 吴琼, 石矛, 等. 沙棘籽及果皮渣黄酮提取工艺研究[J]. 食品科技, 2010, 10(20): 211–214.
- Chen LN, Wu Q, Shi M, *et al.* Study on technologic parameters in extracting flavonoids from the seed and peels dregs of hippophae [J]. Food Sci Technol, 2010, 10(20): 211–214.
- [15] 张素敏. 沙棘果实中黄酮类成分的提取、分离与鉴定[D]. 长春: 吉林农业大学, 2004.
- Zhang SM. Extraction, isolation and identification of flavones in seabuckthorn fruits [D]. Changchun: Jilin Agricultural University, 2004.
- [16] Yang S, Seo S, Kim S, *et al.* Inhibitory effect of ginseng polysaccharide on the stability of lactic acid bacteria during freeze-drying process and storage [J]. Arch Pharm Res, 2006, 29(9): 735–740.
- [17] 雷晓凌. 食品微生物学实验[M]. 广东海洋大学, 2005, (8): 61–62.
- Lei XL. Food microbiology experiment [M]. Guangdong Ocean University, 2005, (8): 61–62.

(责任编辑: 刘 丹)

作者简介



石 矛, 硕士, 主管技师, 主要研究方向为保健食品的理化检测。
E-mail: shi__mao@163.com