

花生混合乳干酪的研制

杨宝进^{1,2}, 付丽¹, 魏建春¹, 张一鸣¹

(1. 郑州牧业工程高等专科学校, 河南 郑州 450011) (2. 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 用花生乳代替部分牛乳生产干酪, 既强化了干酪风味又增强了干酪的保健功能, 并可降低生产成本。本试验对花生乳比例、发酵剂添加量、氯化钙的添加量、凝乳酶添加量 4 个因素对凝乳效果的影响进行单因素试验, 确定适合比例后, 再采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计, 通过凝乳效果、出品率和感官评价等进行极差分析, 确定最佳工艺参数为: 花生乳添加量为 10%, 发酵剂添加量为 0.03%, 氯化钙添加量为 0.08%, 凝乳酶添加量为 0.0025%。

关键词: 干酪; 花生; 凝乳酶; 发酵剂

中图分类号: TS252.53; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2007)07-0051-04

Research of Preparation of Peanut-Milk Cheese

YANG Bao-jin^{1,2}, FU Li¹, WEI Jian-chun¹, ZHANG Yi-ming¹

(1. Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou 450011, China)

(2. Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling 712100, China)

Abstract: A new kind of cheese was produced by using peanut-milk partially replacing of milk, which had better flavor, enhanced healthy function and lower productive cost. Effects of four factors, including proportions of peanut and milk, adding amount of bacterial starter, concentration of calcium chloride and dosage of milk-clotting enzyme were studied with single factor experimental design and $L_9(3^4)$ orthogonal experimental design. The results showed that the best processing parameters were peanut-milk (10%), bacterial starter (0.03%), calcium chloride (0.08%) and milk-clotting enzyme (0.0025%).

Key words: cheese ; peanut; milk-clotting enzyme; starter

干酪是牛奶中的精华, 极具营养价值, 且钙磷含量在所有食品中是最高的^[1], 在西方国家已是一种非常普遍的食品。当今世界上主要干酪生产国包括美国、加拿大、澳大利亚和新西兰等国。近年来世界干酪的产量和消费量一直保持着增长势头, 而我国干酪生产量少, 品种少, 价格高, 干酪的消费低得几乎可以忽略不计, 人年均消费量只有 0.1 kg, 而欧洲为 18 kg。开发出适应中国人口味的干酪, 成为近期乳品科技工作者的热点课题。

花生是高营养的植物蛋白资源, 植物蛋白质含量高达 26%~32%, 在食品中仅次于黄豆。其生物价(BV)为 58, 蛋白质效价(PER)为 1:7, 含有丰富的卵磷脂及钾、钙、锌等多种矿物质和维生素, 不含胆固醇, 具有防止人体衰老、促进脑细胞发育及防止动脉硬化等多种效用^[2]。花生蛋白的不消化糖、棉子糖和水苏糖含量只相当于大豆蛋白的 1/7, 不会产生食用大豆蛋白后常出现的腹胀、嗝气反应, 消化系数达 90%,

收稿日期: 2007-06-05

作者简介: 杨宝进(1963-), 男, 博士生, 副教授, 研究方向为动物产品开发利用

比大豆蛋白更易吸收。将花生中有效物质添加到干酪制品中, 对于充分利用花生蛋白资源、平衡食物结构、改善干酪风味和功能、降低生产成本具有极其重要的意义^[3]。

本试验以花生乳代替部分牛乳生产干酪, 研究了不同工艺条件对产品质量的影响, 为花生混合乳干酪的开发奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

新鲜牛乳(河南胜利奶牛养殖基地实验前进行质量检测); 花生, 市售; 乳酸链球菌和乳油链球菌混合的干粉专用发酵剂、粉状微生物凝乳酶(美国兰斯顿大学奶山羊研究所); CaCl_2 、食盐等。

1.2 仪器设备

FA-120 近红外乳品分析仪, 磨浆机, 温度计, 水浴锅, 天平, 压榨器, 真空包装机等。

1.3 试验方法

1.3.1 原料乳检测

对各批鲜乳进行质量检测。TTC 试验阳性, 酸度

16~17 °T, 乳成分平均为干物质 12.39%, 乳蛋白 3.29%, 乳脂肪 3.47%, 乳糖 4.64%。

1.3.2 花生乳制备

花生放入 100 °C 干燥箱内, 烘烤 20 min 后脱皮, 用温水浸泡 6 h, 以 1:6 的比例加水 (95~100 °C) 磨浆, 过滤冷却至 32 °C 备用。

1.3.3 凝乳酶活力的测定

取 10 mL 原料乳于试管中, 保温 35 °C, 加入 1 mL 1% 的凝乳酶水溶液, 迅速混匀, 并不断旋转试管, 观察牛乳凝固 (挂壁) 情况, 准确记录开始加入酶到乳凝固所需的时间 (s), 活力=试乳数量×2400÷(凝乳酶量×凝乳时间), 实测凝乳酶活力为 40000 U。根据活力计算一定时间内凝固一定量牛乳所需的酶量。

1.3.4 工艺流程

采用 Colby 干酪基本生产工艺:

牛乳与花生乳混合→杀菌→冷却→添加发酵剂→发酵→添加氯化钙和凝乳酶→凝乳→切割→搅拌→二次加热→保温并不断搅拌→排出乳清→冷水冲淋降温→沥水→加盐、混匀→压榨成型→真空包装→成熟

表 1 凝乳效果评价

指标	标准	评分
凝乳时间	<15 min; >60 min	0~10
	<35 min; >45 min	11~20
	35-45 min	21~30
乳清中蛋 白质含量	>1	0~3
	0.90~0.99	4~6
出品率	<0.89	7~10
	<10%	0~6
	10%~12%	7~14
感官评定	>12%	15~20
	粗糙, 结构松散, 易碎, 入模时凝块易外流, 微黄, 无弹性, 刀痕模糊, 乳味淡, 有明显异味。	0~11
	较细腻, 结构较松散或质地较硬, 入模时凝块有少许外流, 刀痕较模糊, 有少许碎末, 风味好。	12~25
	洁白, 柔软, 细腻, 有弹性, 光滑, 刀痕清晰, 无碎末, 入模时凝块不外流, 风味浓厚, 无异味。	26~40

1.3.5 花生混合乳凝乳条件的单因素试验

根据多次预实验, 基本工艺参数定为: 花生乳添加量 10%, 发酵剂 0.01%, 凝乳酶 0.0025% (按照 40 min 凝固), CaCl₂ 0.06%。

在基本工艺参数的基础上, 分别调整花生乳比例、发酵剂添加量、氯化钙添加量和凝乳酶添加量, 进行单因素试验, 研究四种因素对凝乳时间、凝乳效果及产品感官质量的影响。通过对凝乳时间、凝乳效果及产品感官质量进行评定, 得出综合评分, 满分为 100 分。

1.3.6 凝乳最佳效果评定

采用加权系数法^[4], 根据凝乳时间, 乳清蛋白含量, 出品率, 感官评定等指标确定相应的分值比例, 总分为 100 分。凝乳时间, 乳清蛋白含量, 出品率, 感官评定分别占 30 分, 10 分, 20 分, 40 分 (见表 1)。

2 结果与分析

2.1 花生混合乳凝乳条件的单因素试验

2.1.1 花生乳比例对凝乳时间和效果的影响

调整花生乳比例分别为 0%、5%、10%、15%、20% 和 25% 以观察其对凝乳时间和凝乳效果的影响, 结果见表 2。

表 2 花生乳比例对凝乳时间和效果的影响

因素水平	花生乳比例/%				
	0	5	10	15	20
时间/min	35	38	43	47	48
效果/分	95.4	95.8	94.1	88.3	82.2

表 2 结果表明, 随着花生乳添加量的增多, 凝乳时间明显延长。表明凝乳酶对酪蛋白凝结效力高, 对花生蛋白凝结效力低。而对于凝乳效果, 当花生乳添加量达到 15% 以上时, 不仅干酪凝乳时间长, 而且凝乳偏粗糙, 弹性差; 当花生乳添加量达 10% 时, 干酪凝乳时间和凝乳效果与纯奶干酪相似, 凝乳细腻, 弹性好, 硬度适宜, 且具有花生乳的芳香, 感官评分较高。

2.1.2 发酵剂的添加量对凝乳时间和效果的影响

调整发酵剂的添加量分别为 0.01%、0.02%、0.03% 和 0.04% 以观察其对凝乳时间和凝乳效果的影响, 结果见表 3。

表 3 发酵剂添加量对凝乳时间和效果的影响

因素水平	发酵剂/%			
	0.01	0.02	0.03	0.04
时间/min	48	46	45	43
效果/分	90.6	95.3	94.7	85.2

表 3 结果表明, 在混和乳中添加发酵剂的多少对凝乳时间的影响很大。随着发酵剂添加量的增多, 产酸多, 使凝乳酶的活性增强, 从而使凝乳速度加快。

发酵剂比例加大,形成的网络结构较为紧密。添加量达到0.04%时,收缩严重,硬度大。添加发酵剂为0.02%和0.03%时凝乳效果评分值较高。

2.1.3 氯化钙的添加量对凝乳时间和效果的影响

调整氯化钙添加量分别为 0%, 0.04%, 0.06%, 0.08%和 0.1%以观察其对凝乳时间和凝乳效果的影响,结果见表 4。

表 4 氯化钙添加量对凝乳时间和效果的影响

因素水平	氯化钙比例/%				
	0	0.04	0.06	0.08	0.1
时间/min	57	48	47	45	42
效果/分	85.4	92.8	95.9	95.1	92.6

由表 4 可知,随着氯化钙添加量的增加凝乳时间大大缩短。这是因为牛乳加热后,一部分可溶性钙变成不溶性钙,延缓了凝乳酶的凝乳作用,氯化钙的添加可大大缩短凝乳时间,且凝乳强度增大。而对于凝乳效果,添加量不足时凝乳速度慢,凝块松软,不利于乳清的排出;钙的添加量过多,凝乳快,凝块粗糙,质地硬,为切割带来困难,且有苦味。且乳中脂肪不能及时被酪蛋白形成的网状结构包裹易进入乳清^[5]。以 0.06%的添加量感官评分较高。

2.1.4 凝乳酶添加量对凝乳时间和效果的影响

调整凝乳酶添加量分别为 0.0025%、0.005%、

0.0075%和 0.01%以观察其对凝乳时间和效果的影响,结果见表 5。

表 5 凝乳酶添加量对凝乳效果的影响

因素水平	凝乳酶/%			
	0.0025	0.005	0.0075	0.01
时间/min	47	44	41	38
效果/分	95.3	95.4	95.2	95.1

由表 5 可知,凝乳酶的添加量大,凝乳时间短,颗粒稍粗糙;添加量少,凝乳时间长,凝块稍软;添加量适宜,组织状态紧实,细腻。综合考虑效价比,以 0.0025%的凝乳酶添加量较为合适。

2.2 花生乳凝乳条件的正交试验

在单因素实验的基础上,进行 $L_9(3^4)$ 正交试验设计,因素水平表见表 6。以凝乳时间,乳清蛋白含量,出品率,感官评价为试验指标,通过凝乳效果的理化指标和感官评价进行极差分析来确定最佳工艺参数。结果见表 7。

表 6 正交因素水平表

水平	A(花生乳比例/%)	B(发酵剂添加量/%)	C(氯化钙添加量/%)	D(凝乳酶添加量/%)
1	10	0.02	0.04	0.0025
2	15	0.03	0.06	0.005
3	20	0.04	0.08	0.0075

表 7 试验方案及结果

试验号	A	B	C	D	试验指标			评分	
					凝乳时间/min	乳清蛋白含量/%	出品率/%	感官评定/分	综合评分/分
1	10	0.02	0.04	0.025	21	6	18	30	75
2	10	0.03	0.06	0.005	25	7.3	18	28	78.3
3	10	0.04	0.08	0.0075	25	8.3	18.5	25	76.8
4	15	0.02	0.06	0.0075	30	7.7	17.2	33	87.9
5	15	0.03	0.08	0.0025	24	8	18.8	26	76.8
6	15	0.04	0.04	0.005	25	9	17	35	86
7	20	0.02	0.08	0.005	27	7.6	17.5	30	82.1
8	20	0.03	0.04	0.0075	27	7.9	14	27	75.9
9	20	0.04	0.06	0.0025	27	8.5	16.7	27	79.2
k1	77	82	79	77					
k2	84	77	82	82					
k3	79	81	78	80					
R	7	5	4	5					

采用直观分析法,对各因素的 k 及 R 值的大小进行分析。比较表 7 中四因素 R 值的大小可以看出:花生乳比例的 R=7 比其它三个因素的 R 值大,因此判定花生乳比例是主要因素。而发酵剂和凝乳酶的添加

量影响其次,氯化钙添加量的影响较小。

综合分析各因素及考虑到能耗的影响,选定最佳生产条件为 $A_1B_2C_3D_1$ 。即花生乳干酪最佳生产工艺条件为:花生乳比例为 10%、发酵剂添加量为 0.03%、

氯化钙添加量为 0.08%、凝乳酶添加量为 0.0025%。

3 讨论

3.1 花生乳比例对凝乳效果的影响非常显著。添加花生乳后,整个体系由纯牛乳的酪蛋白体系变为酪蛋白和花生蛋白的混合体系。花生蛋白对酪蛋白的凝乳过程及结构会产生一定的影响。综合试验表明,添加 10% 的花生乳为最佳,基本保证花生混合乳干酪与牛奶干酪具有相近似的组织特性和食用风味。

3.2 发酵剂的添加能促进乳酸产生,为凝乳酶作用创造适宜的 pH 条件,并能抑制其它杂菌的生长繁殖。发酵剂还能在后熟中产生许多蛋白酶和脂肪酶,从而改进产品风味和组织状态。实验表明加入量不到 0.03%,凝块松散,而且制作的干酪口味欠佳。

3.3 乳在凝乳酶的作用下凝固必须有足够的钙离子参与,钙的添加主要为促进凝乳。当凝乳酶作用于 κ -酪蛋白形成副 κ -酪蛋白后,钙以钙桥形式有效地促进酪蛋白的凝聚。因此,适当的控制钙的添加量非常必要,可大大缩短凝乳时间。据报道,纯牛奶干酪的钙添加量在 0.06%^[6],而花生混和乳干酪的钙添加量随发酵剂添加量的增加而增加到 0.08%。原因可能是添加花生乳后,改变了钙桥形成的形式,增加钙离子有助于加速钙桥的形成,有利于乳凝结。

3.4 凝乳酶凝乳的机理为加入凝乳酶后,凝乳酶在适宜的温度、酸度条件下将 κ -酪蛋白的 Phe₁₀₅-Met₁₀₆ 切断,形成副 κ -酪蛋白和糖巨肽,形成的亲钙的基团与钙结合构成钙桥,酪蛋白发生凝聚。随着凝乳酶添加量的增加,酶和底物酪蛋白结合的几率增加,从而加快了凝乳速度。一般认为凝乳酶的添加量不是产品质量的影响因素,按效价添加即可。但在本试验中应以

0.0025%为好。因凝乳酶对两种蛋白质的作用方式不同,凝乳酶对酪蛋白具有较强的凝乳作用,对花生蛋白的凝结作用相对较慢。适当酶的添加可使产品组织状态紧实、细腻,并能将花生蛋白和酪蛋白有机的结合在一起。

4 结论

花生乳比例对花生混合乳干酪凝乳效果的影响最大,其次是发酵剂的添加量和凝乳酶的添加量,氯化钙的添加量对凝乳效果影响较小。最佳参数为:花生乳添加量 10%,发酵剂添加量 0.03%,氯化钙添加量 0.08%,凝乳酶添加量 0.0025%。经验证试验生产的干酪风味质地最佳。

本实验对混合花生乳干酪加工的基本生产参数进行了研究,各参数对干酪成熟过程中产品质构、风味、蛋白质降解的影响,还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 王丁棉. 奶酪在中国的发展现状与对策[J]. 食品工业科技, 2006,(8):11-14
- [2] 菅景颖,张志胜. 花生乳牛乳混合干酪的工艺研究[J]. 乳品加工, 2006,(8):50-52
- [3] 刘传富,张兆静. 花生蛋白及其在食品中的应用[J]. 中国食物与营养.
- [4] 陈伟,阳晖. 豆奶 Camembert 干酪的品质分析与工艺优化[J]. 中国乳品工业. 2006,34(2):31-35
- [5] 杜琨,张富新. Colby 干酪优化参数研究[J]. 中国乳品工业, 2005,33(4):27-29
- [6] 陈伟,蒋爱民. 豆奶软质干酪的研制[J]. 食品研究与开发, 2006,27(1):83-86

(上接第 50 页)

免使用铁质容器;板栗热烫温度不宜过高,热烫时间不宜过长,故选热烫温度为 90 °C,热烫时间为 1 min;护色剂 NaHSO₃、植酸、柠檬酸、EDTA-Na 对板栗的褐变均有抑制作用,而氯化钠效果不明显,经正交实验得护色剂的最佳配方为 NaHSO₃ 0.3%、植酸 0.4%、柠檬酸 0.1%、EDTA-2Na 0.03%。

参考文献

- [1] 庞文录. 板栗食用价值与加工技术[J]. 中国食物与营养, 2003,11:48-49
- [2] 黎继烈,陈永安,唐松元,等. 板栗产品的褐变及护色方法研究[J]. 学术园地, 2001,1
- [3] 方开泰,马长兴. 正交与均匀实验设计[M]. 北京:科学出版社, 2001,41:44-55
- [4] 曹连平,王力民,李锡军,等. 测试与标准色差仪的应用实践[J]. 印染, 2004,24:36