

# 再制奶油奶酪生产新技术的研究

莫蓓红

(乳业生物技术国家重点实验室, 光明乳业股份有限公司乳业研究院, 上海 200436)

**摘要:** 针对影响再制奶油奶酪质构特性、持水性、持油性和感官等品质的关键工艺, 包括融熔温度、融熔时间、剪切速率、均质压力和冷却方式进行了研究。结果表明, 融熔过程中的温度和时间对样品的各性质有一定影响, 且融熔过程中剪切速率的影响最显著, 最佳的融熔条件为 80 °C, 10 min, 剪切速率 900 r/min。不经均质的样品基本呈稠厚的液态, 可流动。随着均质压力的提高, 产品的硬度增加, 当压力达到 20 MPa 时样品才达到硬度要求。本实验选择的两种冷却方式对样品的质构、感官和内部乳清析出没有显著影响, 该工艺条件对产品品质总体影响不大。

**关键词:** 奶油奶酪; 再制奶酪; 工艺; 融熔; 均质; 冷却方式

文章编号: 1673-9078(2012)12-1687-1692

## The New Technique of Processed Cream Cheese

MO Bei-hong

(State Key Laboratory of Dairy Biotechnology, Dairy Research Institute, Bright Dairy & Food Co., Ltd, Shanghai 200436, China)

**Abstract:** The key process steps which can influence the texture, water-binding, oil-binding and sensory properties of processed cream cheese were studied, including melting temperature, time, shear rate, homogenization pressure and cooling. Results showed that temperature and time combination during melting had some impact on the property of processed cream cheese and agitation speed showed significant effects. The best melting conditions in this study was 80 °C, 10 min and 900 r/min shear rate. Homogenization was one of the most important process parameter and had extremely significant impact on the texture and sensory of processed cream cheese. Sample without homogenization was semi liquid with fluid property. The hardness and spreadability of product increased with the homogenization pressure and can meet the target requirement until homogenization pressure reached 20 MPa. Two cooling process method used in this study had no impact on the texture, sensory and internal syneresis of processed cream cheese and had very less impact of overall property of finished product.

**Key words:** cream cheese; processed cheese; process; melting; homogenization, type of cooling

奶酪是营养价值非常高的乳制品, 俗称“奶黄金”。而奶油奶酪是新鲜奶酪家庭中重要的一员, 目前国内消费奶油奶酪的市场正在不断扩大而且增幅惊人, 但 95% 以上的奶油奶酪都来自于进口。

奶油奶酪是一种软质新鲜酸凝奶酪, 它加工工艺较为复杂, 加工时间长, 涉及到的设备众多, 而且排出的乳清因为无法利用会致使成本上升, 因此这种传统的奶油奶酪(也可称之为天然奶油奶酪)的加工方式并不适合目前的国情。本人经研究, 开发出一种以天然切达奶酪和稀奶油为主要原料, 用直接酸化法制得的奶油奶酪, 由于这种加工方式更接近再制奶酪的工艺步骤, 所以本文中定义这种方式得到的奶油奶酪为再制奶油奶酪。

再制奶油奶酪与普通再制奶酪相比, 有两个较大

的差异, 一个是 pH 上的差异, 普通再制奶酪为中性 (pH 5.7~6.0), 而再制奶油奶酪为酸性 (pH 4.5~4.8), 蛋白质所带电荷和空间结构不一致; 另一个是奶油奶酪的脂肪占干基含量  $FDM \geq 70\%$ <sup>[1]</sup>, 而普通全脂再制奶酪则在 50%~60%, 体系中需要乳化的脂肪大大增加, 处理不佳的话容易引起油脂析出。一般来说, 国内外研究的再制奶酪关键工艺为以下几点: (1) 融熔: 在再制奶酪的生产过程中需要对原料进行加热融化, 其目的主要是使奶酪均质化、奶油化并延长保质期。Eymery 等<sup>[2]</sup>认为, 再制奶酪的品质受工艺参数的影响, 其中包括融熔温度、热处理时间和剪切速度等。原料在融化锅中随着温度的升高而逐渐变稠, 这是酪蛋白水合、脂肪乳化的过程。但如果在高温下增加加热时间, 会使分散的酪蛋白酸钠逐渐脱水, 最终会对产品的弹性与硬度产生影响<sup>[3,4]</sup>。另外, Hokes 等<sup>[5]</sup>发现高速剪切对奶酪具有较好的乳化作用, 从而使产品质构稠厚并具有滑润的口感。(2) 均质: 均质对再制

收稿日期: 2012-08-07

基金项目: “十二五” 国家科技支撑计划项目 (2012BAD28B07)

作者简介: 莫蓓红(1978-), 女, 硕士, 工程师, 研究方向为乳品研究开发

奶酪的结构特性有着重要的影响。经过均质处理的再制奶酪,无论是表观上还是质地上,都可以得到非常令人满意的效果,产品的风味也会因此变得更好<sup>[6]</sup>。

(3) 冷却:工业生产的再制奶酪一般是在 30~60 min 之内冷却到 25~35 °C。其中涂抹型再制奶酪最佳的冷却工艺为快速冷却,这样可以使脂肪晶化,从而减少与蛋白之间的相互作用,这样成品流动性较强,易于涂抹。然而片状或块状的再制奶酪则需要缓慢的冷却工艺,从而得到更加紧密的结构<sup>[7]</sup>。

通过研究这些工艺参数对再制奶油奶酪品质的影响,可为再制奶油奶酪的产业化实现提供指导。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

稀奶油,光明乳业股份有限公司;切达奶酪(工业切达奶酪、4 个月左右成熟期)产地:美国;三聚磷酸钠、磷酸三钠、葡萄糖酸- $\delta$ -内酯、刺槐豆胶、食盐均为食品级。试验所用奶酪及稀奶油均采用同一批次原料,并充分混合以保证原料的均一。

对照样为 A 市售卡夫菲力奶油芝士(忌廉芝士/乳脂干酪)(原产地:澳大利亚)、B 卡夫菲力涂抹奶油奶酪(原味)(原产地:澳大利亚),C 法国购得总统牌涂抹奶油奶酪(原产地:法国)类型均为天然软质奶酪。

融化锅 UM /SK5,德国 Stephan;均质机,丹麦 APV;KB115 型高精度培养箱,德国 Binder;Inlab solids pro 三合一 pH,瑞士 METTLER;TA-LH1 型物性测试仪,英国 Stable Micro Systems;离心机,美国 Sorvall;天平 CPA3202S,德国 Sartorius。

### 1.2 试验方法

#### 1.2.1 再制奶油奶酪样品的制备工艺

每次试验配料量为 1 kg,稀奶油(65%)和水(10.8%)中边搅拌边加入刺槐豆胶(0.2%)、乳化盐(0.2%,三聚磷酸钠、磷酸三钠=1:1)、食盐(0.5%)和葡萄糖酸- $\delta$ -内酯(1.3%) $\rightarrow$ 搅拌均匀后加入切达奶酪(22%,提前切为约 3 cm $\times$ 3 cm $\times$ 3 cm 的小块) $\rightarrow$ 加热融化 $\rightarrow$ 趁热均质 $\rightarrow$ 灌装 $\rightarrow$ 封合后冷却至室温 $\rightarrow$ 放入冰箱继续冷却至 24 小时制得样品

#### 1.2.2 奶酪质构分析<sup>[8]</sup>(硬度与涂抹性的测定)

奶酪样品均质地涂抹于探头配套的倒锥面容器中,表面刮平后放入 4 °C 冰箱冷藏 30 min。物性测试仪参数设定:测量模式:下压,探头起始位置固定,测量前探头下降速度 2.0 mm/s;测试速度 3.0 mm/s;测量后探头回程速度 10 mm/s;测试距离 20 mm;感应力 1.0 g;探头类型 P45C 45°锥度 PERSPEX,每组样品平行测定 5 次,测定数据采用 Texture ExPonent32

进行分析。

#### 1.2.3 表面乳清析出量的测定

用同样大小的圆柱形容器中(面积约为 20 cm<sup>2</sup>)灌装质量相近(约 80 g 左右)的奶酪样品,封合,在 10 °C 冰箱里放置 5 d,开封称量样品与包装的总重量  $W_1$ 、空包装的重量  $W_p$  以及收集的表面析出乳清的重量  $W_2$ ,

$$\text{表面乳清析出量}(\%) = [W_2 / (W_1 - W_p)] \times 100\%$$

#### 1.2.4 内部乳清析出量的测定<sup>[9]</sup>

取 20~30 g 奶酪,室温(20 °C)放置 1 h,在 20 °C 下 3000 r/min 离心 30 min,收集下层乳清,以每 100 g 奶酪所析出的乳清质量表示乳清析出量(%)。

表 1 评定评分表

Table 1 Scoring table

项目	属性	特征	得分
色泽 (5分)		均匀的白色到轻微的奶油色,有光泽	5
		颜色均匀,光泽度稍有不足	4
		色泽有明显变化,不均匀	3~2
外观 (15分)	颗粒度 (5分)	光滑细腻,无颗粒	5
		有少量颗粒	4
		颗粒感明显	3~2
持水性 (5分)		柔软但紧实,无乳清渗出	5
		柔软有少量乳清渗出或略显干硬	4~3
		有乳清渗出或显干硬	2~0
酸味 (15分)		新鲜的酸味,发酵丁二酮香	15~14
		味,类似于酸奶	
		酸度略为不足或略高	13~8
风味 (30分)	咸味 (5分)	酸度不足或酸度过高,酸味有异常	7~3
		无咸味或淡淡咸味	5
		咸味偏重	4~2
奶油味 (10分)		奶油的风味明显	10
		奶油风味不足	9~7
		无奶油风味或有其它异味	6~3
坚实度 (15分)		坚实,紧密,没有开裂和垮塌	15~14
		质地偏软或稍有开裂	13~8
		有明显开裂或垮塌	7~3
质构 (40分)	光滑度 (15分)	光滑,没有结块,没有砂砾感	15~14
		有少量结块或砂砾感	13~10
		有结块或砂砾感	9~4
粘度 (10分)		黏度适中,有一定黏度但不粘住容器或包装	10
		太黏,在容器或包装上有明显黏连	9~5
		在室温下涂抹性能良好且均匀	15~14
涂抹性 (15分)		在室温下涂抹不够均匀	13~10
		在室温下涂抹困难	9~4

### 1.2.5 油脂析出率的测定<sup>[10]</sup>

通过滤纸法测定奶酪的油脂析出性。用特制的取样器取直径 35 mm、高 30 mm 的奶酪样品，其纤维方向垂直于奶酪的直径。将样品置于化学分析滤纸上，然后将其放入 10 °C 的冰箱中，放置 2 h 后取出，此时油圈形成。每个样品平行四次取平均值，油脂析出性用油圈形成面积与原始油圈面积的比值表示。

### 1.2.6 感官评定方法

采用评分检验法对制得的样品进行感官评定。对 15 名乳品研究人员进行感官培训并筛选，选出其中的 11 名作为感官评定员，按照莫蓓红等<sup>[11]</sup>的方法，评分内容及分值见表 1。

## 1.3 试验设计与统计分析

### 1.3.1 试验设计

#### 1.3.1.1 不同融熔温度对再制奶油奶酪品质的影响

其它工艺条件固定为融熔时间 5 min，剪切速度为 900 r/min，均质压力 20 MPa，迅速以 6~8 °C 冷水冷却，融熔温度分别选择为 70 °C、80 °C 和 90 °C 制得样品。

#### 1.3.1.2 不同融熔时间对再制奶油奶酪品质的影响

其它工艺条件固定为融熔 80 °C，剪切速度为 900 r/min，均质压力 20 MPa，迅速以 6~8 °C 冷水冷却，融熔时间分别为 5 min、10 min、15 min 和 20 min 制得样品。

#### 1.3.1.3 不同剪切速率对再制奶油奶酪品质的影响

其它工艺条件固定为融熔 80 °C，10 min，均质压力 20 MPa，迅速以 6~8 °C 冷水冷却，剪切速率分别为 600 r/min、900 r/min、1200 r/min 和 1500 r/min 制得样品。

#### 1.3.1.4 均质条件对再制奶油奶酪品质的影响

其它工艺条件固定为，融熔条件为 80 °C，5 min、剪切速率为 1200 r/min，迅速以 6~8 °C 冷水冷却，分别采用不均质、均质压力为 10 MPa、15 MPa 和 20 MPa 制得样品。

#### 1.3.1.5 冷却方式对再制奶油奶酪品质的影响

其它工艺条件固定为融熔条件为 80 °C，5 min、剪切速率为 1200 r/min，均质压力 20 MPa，取样封合后分别迅速以 6~8 °C 冷水冷却至室温（快速冷却）以及在 20 °C 室温中放置 3 h（自然冷却），然后均放入冰箱继续冷却至 24 h。

以上样品制得后第 3 d 测定不同样品的硬度、涂抹性、油脂析出率、表面乳清析出、内部乳清析出和感官指标并进行比较。

### 1.3.2 数据分析

所有不同处理和不同重复取 3~5 份样品测定，取平均值；实验数据应用 SAS 软件和 Excel 对数据进行方差分析与显著性检验。

## 2 结果与讨论

除了原料对再制奶油奶酪的品质和特性有重要的影响外，加工关键工艺中众多的参数都可能会对样品的质构、持水性、持油性和感官产生影响。这些关键工艺中主要包括融熔温度、融熔时间、剪切速率、均质条件和冷却方式等。研究这些关键工艺点对再制奶油奶酪品质的影响，有助于加工工艺流程的设计和关键控制点的设立。

### 2.1 对照样的测试

选取三个不同的天然奶油奶酪为对照样，进行质构、析水性、析油性三个方面进行测试，结果见表 2。

表 2 市售天然奶油奶酪的特性分析

Table 2 Properties of commercial cream cheese

样品	硬度/kg	涂抹性 (kg·s)	表面乳清 析出量/%	内部乳清 析出量/%	油脂析 出率
A	4.321±0.267c	5.174±0.654c	0.08±0.14a	0.00±0.00a	1.829±0.224a
B	3.630±0.194b	4.609±0.280b	0.11±0.10a	0.72±0.26b	2.996±0.284c
C	2.876±0.863a	3.079±1.171a	0.09±0.07a	0.91±0.33b	2.145±0.173b

注：平均值±标准差，在同一列中，字母相同表示差异不显著，不同表示差异显著(p<0.05)。

表 3 市售天然高脂干酪的感官分析

Table 3 Sensory analysis of commercial cream cheese

样品	感官评分	外观	风味	质构	涂抹性
A	94	均匀的奶油色,光滑	新鲜的酸味;	坚实、紧密;光	在室温下涂
B	96	细腻,无颗粒;坚实无	淡淡咸味;奶	滑,无结块,无沙砾	抹不够均匀
C	95	乳清渗出或少量乳清	油风味明显	感;粘度适中	至均匀

从表 2 可以看出，从硬度和涂抹性来看，三个对照样间的差异较大，硬度值在 2.876~4.321 kg 之间变

化, 而涂抹性在 3.079~5.174 kg 之间变化, 因此调整再制奶油奶酪时以此区间为目标范围。乳清析出和油脂析出都是希望控制得越低越好, 因为这三个值在上述范围内为可接受值, 以最低值为目标值。另外, 三种天然奶油奶酪样品的感官分析如表 3。

从表 3 可以看出, 三个样品在感官上得分较高,

表 4 不同融熔温度对再制奶油奶酪特性的影响

Table 4 The effect of different melting temperature on the properties of processed cream cheese

热处理温度/°C	硬度/kg	涂抹性/(kg·s)	表面乳清析出量/%	内部乳清析出量/%	油脂析出率	感官评分
70	3.507±0.253a	4.431±0.324a	0.65±0.15a	1.62±0.12b	2.042±0.048b	94
80	3.165±0.245a	3.816±0.334b	0.34±0.25ab	1.58±0.19b	2.120±0.121ab	93
90	3.372±0.339a	3.952±0.432b	0.15±0.12b	1.87±0.01a	2.289±0.154a	91

注: 平均值±标准差, 在同一列中, 字母相同表示差异不显著, 不同表示差异显著( $p < 0.05$ )。

在 70 °C、80 °C、90 °C 的融熔温度下得到样品的硬度值之间没有显著差异, 虽然 80 °C 融熔温度时样品硬度要略低一些, 但也在对照样的范围内, 属于可接受范围。在涂抹性方面, 70 °C 样品组的涂抹功比 80 °C、90 °C 样品组高, 状态较硬。但仍在可接受范围内; 当提高融熔温度时, 样品的表面乳清析出会逐渐减少, 而内部乳清析出在融熔温度达到 90 °C 后会有一定程度地增加; 当提高融熔温度, 样品的油脂析出率会逐渐增加, 70 °C 样品组与 90 °C 样品组的数值间有显著差异。

另外, 从不同融熔温度样品的感官评分中可以看到, 三个不同温度组的样品在感官方面没有拉开太大的差距, 但相对较低的处理温度制得的样品口感上和风味上更佳, 更能保留天然乳脂淡淡的香味, 质地上

且差异非常小, 总体评价上共性较多, 基本一致。可按平均得分作为感官对照。

## 2.2 融熔温度的选择

将其它工艺条件固定, 融熔温度分别选择为 70 °C、80 °C 和 90 °C 制得样品, 测得质构、析水性、析油性和感官四个方面的指标如表 4。

也较柔软, 涂抹性更佳。

综上, 提高融熔温度, 样品质地会随之变软, 涂抹性会更好, 且表面持水性更好; 但提高融熔温度时样品的感官风味、内部持水性和持油性都有所下降。这可能是因为提高融化温度有利于乳液的分散和稳定, 但温度过高又容易引起分散的酪蛋白酸钠部分脱水, 降低硬度以及降低分散在其中的脂肪稳定性<sup>[4]</sup>。综合考虑各项指标, 最终选择 80 °C 作为最佳的融熔温度。

## 2.3 融熔时间的选择

其它工艺条件固定, 融熔温度为 80 °C、融熔时间分别为 5 min、10 min、15 min 和 20 min 制得样品, 测得质构、析水性、析油性和感官四个方面的指标如表 5。

表 5 不同融熔时间对再制奶油奶酪特性的影响

Table 5 The effect of different melting time on the properties of processed cream cheese

融熔时间/min	硬度/kg	涂抹性/(kg·s)	表面乳清析出量/%	内部乳清析出量/%	油脂析出率	感官评分
5	2.691±0.247b	3.378±0.190b	0.34±0.25a	1.58±0.19a	2.120±0.121a	93
10	2.525±0.091b	3.220±0.100b	0.32±0.06a	1.31±0.20a	1.109±0.084b	92
15	2.713±0.138b	3.405±0.137b	0.36±0.16a	1.51±0.21a	1.023±0.097b	91
20	3.236±0.085a	4.258±0.140a	0.29±0.11a	1.50±0.04a	1.073±0.127b	93

注: 平均值±标准差, 在同一列中, 字母相同表示差异不显著, 不同表示差异显著( $p < 0.05$ )。

从表 5 可以看出, 随着热处理时间的延长, 质构特性在 15 min 内是没有明显差异的, 但达到 20 min 时, 硬度上升, 涂抹功也上升, 且显著差异。但所有值均在可接受范围内; 在 80 °C, 5~20 min 的熔融条件下表面乳清析出和内部乳清没有显著差异, 因此, 该范围内的热处理时间与持水性相关性不大; 在 80 °C 下, 随着融熔时间的增加, 持油性是有所提高的, 特别是 5 min 与不低于 10 min 间的差异显著。可见, 提高热处理时间有利于提高体系中油脂的稳定。

从感官评分来看, 四个融熔时间的得分差别非常

小, 感官评价时也集中在反映样品间差异小。因此, 不以感官评分作为此次实验的主要评判标准。

总之, 在 80 °C 下, 在 5~20 min 内, 随着融熔时间的增加, 硬度值和涂抹功仅在 20 min 条件下有所提高, 持水性不随时间变化而显著变化, 持油性随着融熔时间的增加得以提高。这可能是随着热处理时间的延长, 剪切的时间同时也在增加, 在该温度下, 剪切作用对体系中脂肪的影响比热处理作用对蛋白质负面影响要大, 增加时间有利于脂肪剪切变小, 体系能较好地进行“奶油化”。由于热处理 10 min 和 20 min 的

油脂析出率没有显著差异, 考虑到加工效率和成本, 选择最佳的热处理时间为 10 min。

#### 2.4 不同剪切速率对再制奶油奶酪的影响

其它工艺条件固定, 融熔温度为 80 °C、融熔时

间选择 10 min、剪切速率分别为 600 r/min、900 r/min、1200 r/min 和 1500 r/min 制得样品, 测得质构、析水性、析油性和感官四个方面的结果见表 6。

表 6 不同剪切速率对再制奶油奶酪特性的影响

Table 6 The effect of different shear rate on the properties of processed cream cheese

剪切速率(r/min)	硬度/kg	涂抹性/(kg·s)	表面乳清析出量/%	内部乳清析出量/%	油脂析出率	感官评分	评价
600	2.832±0.111b	3.619±0.163b	0.21±0.21a	1.69±0.31a	2.264±0.154b	82	有点黏
900	3.610±0.315a	4.682±0.379a	0.14±0.24a	1.51±0.37a	2.051±0.112b	92	状态适中
1200	3.079±0.248b	3.905±0.377b	0.21±0.27a	1.44±0.24a	2.291±0.128b	87	状态有些偏软
1500	1.913±0.138c	2.259±0.122c	0.12±0.18a	1.35±0.41a	2.784±0.203a	78	明显过度奶油化

注: 平均值±标准差, 在同一列中, 字母相同表示差异不显著, 不同表示差异显著(p<0.05)。

从表 6 中可见, 当提高剪切速率时, 硬度值和涂抹功先是增加, 当达到 1200 r/min 时, 样品的硬度值和涂抹功又开始下降, 特别是达到 1500 r/min 时, 样品的质地已经超出可接受范围; 不同剪切速率下样品表面乳清析出和内部乳清都没有显著差异, 因此, 剪切速率与样品持水性相关性不大; 当剪切速度从 600 r/min 增加到 1200 r/min 时, 样品的油脂析出率没有显著差异, 但达到 1500 r/min 时, 样品的油脂析出率显著增加。

对不同剪切速率下的样品进行了感官分析和评价。从感官评分表 6 中看到, 不同剪切速率下制得的样品在感官上还是有明显差异的。当剪切速率达到 1500 r/min 时, 样品明显出现过度奶油化, 即一经涂抹, 样品的油脂快速呈现液化, 出现如冰淇淋融化时的感觉, 而当剪切速率为 1200 r/min 时, 状态突然变软, 虽然没有油脂液化的现象, 但可以估计这可能是即将或已经出现过度奶油化引起的<sup>[12]</sup>。但剪切速率过低时, 如 600 r/min, 状态也相对较软, 有点黏, 感官评价不高, 只有当达到 900 r/min 值时, 状态适中, 这与质构测试的结果相一致。在 1500 r/min 时, 因为已过度奶油化, 融化的乳状液不稳定, 所以油脂的析出

也是必然增加的。

高速剪切对奶酪具有较好的乳化作用, 同时还可促进脂肪乳化, 从而使产品质构稠厚并具有滑润的口感。但如果剪切速度过高, 就会导致蛋白质过度聚集、打破乳状液体系中的平衡结构, 导致油脂析出或是水析出。由于本实验为奶油奶酪体系, 因此, 表面大分子的脂肪会阻止内部水的析出, 在打开包装看时, 外观状态正常, 但一经涂抹, 样品出现快速融化的现象, 这就是过度奶油化。在本实验中, 由于剪切速率为 900 r/min 时, 样品各方面指标达到最佳, 因此, 确认最佳熔融工艺条件为 80 °C, 10 min, 剪切速率 900 r/min。

#### 2.5 均质条件对再制奶油奶酪的影响

融熔温度为 80 °C、融熔时间为 5 min、剪切速率为 1200 r/min, 分别采用不均质、均质压力为 10 MPa、15 MPa 和 20 MPa 制得样品, 测试质构、析水性、析油性和感官四个方面的指标。

在实验后发现, 不经均质的样品基本呈稠厚的液态, 可流动, 无法测试各项指标, 因此, 只对均质压力为 10 MPa、15 MPa 和 20 MPa 样品进行了后续相关测试, 结果见表 7。

表 7 不同均质压力对再制奶油奶酪质构特性的影响

Table 7 The effect of different homogeneous pressure on the properties of processed cream cheese

均质压力/MPa	硬度/kg	涂抹性/(kg·s)	表面乳清析出量/%	内部乳清析出量/%	油脂析出率	感官评分	评价
10	0.782±0.092b	0.874±0.119b	0.16±0.20a	0.29±0.30b	1.679±0.070a	45	太软, 有点黏
15	1.134±0.340b	1.198±0.411b	0.09±0.08a	0.77±0.26ab	1.698±0.111a	78	软, 有点黏
20	3.524±0.431a	4.313±0.535a	0.06±0.11a	1.02±0.12a	1.584±0.067a	92	较好

注: 平均值±标准差, 在同一列中, 字母相同表示差异不显著, 不同表示差异显著(p<0.05)。

从表 7 中可以看出, 随着均质压力的升高, 硬度和涂抹功增加, 当压力为 10 MPa 和 15 MPa 时, 样品质构极软, 属于无法接受的范围; 经过不同均质压力的样品表面乳清析出和内部乳清都没有显著差异, 因此, 该范围内均质压力的大小与样品持水性相关性

不大; 不同均质压力下样品油脂析出率没有显著差异, 因此, 均质压力与样品持油性相关性不大。

从表 7 的感官评分可以看出, 不同均质压力对样品的感官影响非常巨大, 甚至大到无法接受的水平, 均质压力低的样品质构太软, 黏度大, 成型性差。只

有当压力达到 20 MPa 时, 样品达到目标要求。

均质的作用主要是打破脂肪球, 使之成为细小的微粒, 促进脂肪乳化, 从而使产品质构稠厚并具有滑润的口感。所以当不均质时, 样品中大量大分子的脂肪球承担了主要结构骨架作用<sup>[13]</sup>, 酪蛋白分子间被大尺寸的脂肪球隔开, 彼此间静电吸引力太弱, 无法实现网络结构, 因此呈现可流动的半液态。而当经过均质后, 脂肪球分子被打成较小的分子, 蛋白质间的空间位阻减少, 彼此间形成一定的聚集, 交联, 最终形成固态。当均质压力越高, 脂肪球被打得越细, 蛋白质的骨架作用越明显, 硬度也就越高<sup>[14]</sup>。

表 8 不同冷却方式对再制奶油奶酪特性的影响

Table 8 The effect of different cooling method on the properties of processed cream cheese

冷却方式	硬度/kg	涂抹性/(kg·s)	表面乳清析出量/%	内部乳清析出量/%	油脂析出率	感官评分
快速冷却	3.524±0.431a	4.313±0.535a	0.06±0.11b	1.02±0.12a	1.584±0.067a	92
自然冷却	3.676±0.660a	4.682±0.379a	0.45±0.08a	0.89±0.23a	1.447±0.067b	91

注: 平均值±标准差, 在同一列中, 字母相同表示差异不显著, 不同表示差异显著( $p < 0.05$ )。

从表 8 可见, 快速冷却与自然冷却样品间的硬度与涂抹性没有显著差异, 因此, 实验条件下的两种不同冷却方式对再制奶油奶酪的质构影响不大; 自然冷却的样品表面乳清析出要比快速冷却样品多, 而内部乳清析出方面则没有显著差异; 快速冷却样品的油脂析出率要比自然冷却样品高, 且差异显著( $p < 0.05$ )。对不同冷却方式下的样品进行了感官打分, 发现从感官特性来看, 两种冷却方式的样品基本尝不出差异, 对感官影响很小。

总之, 本实验条件下的两种不同冷却方式对样品的质构、感官和内部乳清析出方面没有显著影响。自然冷却的样品表面乳清析出要比快速冷却样品多, 但快速冷却样品的油脂析出率要比自然冷却样品高。这是由于快速冷却, 脂肪晶化和蛋白相互作用较小<sup>[15]</sup>, 表面脂肪的移动更容易一些, 而由于快速冷却会使得整体蛋白质空间结构会有微微的收缩, 使表面乳清的析出会比自然冷却时要多一些。

虽然两种不同的冷却方式各有优劣, 但从指标上来看, 油脂析出率上的差异要比表面乳清析出率上的差异小, 因此, 更建议使用快速冷却。不过, 产业化时如果为实现快速冷却而需要额外的投入和较高的能耗时, 可以考虑直接放入 0~5 °C 冷库中进行冷却, 即接近本实验中自然冷却效果, 该条件不会对产品品质产生重大影响。

### 3 结论

3.1 本论文以普通切达奶酪和稀奶油为主要原料, 用直接酸化法制得再制奶油奶酪。以天然奶油奶酪为目

从相关指标分析来看, 均质对再制奶油奶酪的质构影响非常明显, 是非常重要的工艺参数, 最佳值为 20 MPa。

### 2.6 冷却方式对再制奶油奶酪的影响

采用融熔温度为 80 °C、融熔时间为 5 min、剪切速率为 1200 r/min, 均质压力为 20 MPa, 取样封合后分别迅速以 6~8 °C 冷水冷却至室温(快速冷却)以及在 20 °C 室温中放置 3 h(自然冷却), 然后均放入冰箱继续冷却至 24 h 制得样品, 测试样品质构、析水性、析油性和感官四个方面的结果见表 8。

标, 对样品质构、表面乳清析出、内部乳清析出、油脂析出和感官五个方面进行分析, 研究了关键加工关键工艺, 包括融熔温度、融熔时间、剪切速率、均质压力和冷却方式五个方面对品质的影响。通过实验数据的对比与分析, 得到如下结论:

3.2 融熔过程中温度和时间对样品的性质有一定影响, 但不如高速剪切的影响显著, 高速剪切对奶酪具有较好的乳化作用, 同时还可促进脂肪乳化, 从而使产品质构稠厚并具有滑润的口感。但如果剪切速度过高, 就会导致蛋白质过度聚集、打破乳状液体系中的平衡结构, 导致油脂析出或是水析出。最终确定最佳的融熔条件为 80 °C, 10 min, 剪切速率 900 r/min。

3.3 均质是非常重要的工艺参数, 对再制奶油奶酪的质构和感官影响极其显著。不均质的样品基本呈稠厚的液态, 可流动, 随着均质压力的提高, 硬度增加, 当压力达到 20 MPa 时样品才达到硬度要求。

3.4 本实验选择的两种冷却方式对样品的质构、感官和内部乳清析出方面没有显著影响, 该工艺条件对产品品质总体影响不大。

3.5 本文设计的再制奶油奶酪原料易得, 设备投资少, 生产周期短, 因此具有很好的成本优势, 打破了国内奶油奶酪 95% 以上依赖于国外进口的现状, 该项目市场潜力巨大, 经济效益可观。本论文的研究成果可为产业化提供理论依据和现实指导。

### 参考文献

- [1] CAC. Codex general standard for cheese [M]. Rev.1-1999, Amended 2006

- [2] EYMERY O, PANGBORN R M. Influence of fat, citric acid and sodium chloride on texture and taste of a cheese analog [J]. *Science des Aliments*, 1988, 8: 15-32
- [3] GUINEE T P. Salting and the role of salt in cheese [J]. *Int J Dairy Technol*, 2004, 57(2-3): 99-109
- [4] 司炜. 涂抹型重制干酪关键工艺的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2007
- [5] HOKES J C, HANSEN P M T, MANGINO M E. Functional properties of commercial calcium caseinates for use in imitation cheese [J]. *Food Hydrocolloids*, 1989, 3(1): 19-31
- [6] 任建, 李开雄. 花生牛乳复合软质干酪的研制[J]. *现代食品科技*, 2010, 9: 997-999
- [7] 范丽芳. 再制干酪的技术难点[J]. *中国乳品工业*, 2004, 32(2): 48-50
- [8] ESKIN K W N AM. Methods to Assess Quality and Stability of Oils and Fat-Containing Foods [M]. AOCS Press. 1994: 49
- [9] SKIVER A R H, QVIST K B. Rheological characterization of stirred yoghurt: viscometry [J]. *J Texture Stud*, 1993, 24(2): 185-98
- [10] 何述栋. 快速粘度分析仪 (RVA) 在模拟干酪研究中的应用[D]. 东北农业大学, 2010
- [11] 莫蓓红, 郑远荣, 高红艳, 等. 不同酸化剂对再制奶油干酪品质的影响[J]. *食品研究与开发*, 2012, 33(1): 66-70
- [12] GLENN T A, DAUBERT C R, FARKAS B E, et al. A statistical analysis of creaming variables impacting process cheese melt quality [J]. *J Food Qual*, 2003, 26(4): 299-321
- [13] SHIMP L A. PROCESS CHEESE PRINCIPLES [J]. *Food Technol*, 1985, 39(5): 63-&
- [14] SUTHEERAWATTANANONDA M, FULCHER R G, MARTIN F, et al. Fat globule evaluation in model process cheese using fluorescence imaging [J]. *J Dairy Sci*, 1996, 79(SUPPL. 1): 95
- [15] 邓海燕, 赵谋明, 孔令会, 等. 酶改性干酪工艺初探[J]. *现代食品科技*, 2010, 3: 267-271