

半硬干酪加工工艺研究

李开雄, 李星科, 李应彪, 贺家亮, 卢士玲

(石河子大学食品学院, 新疆 石河子 832003)

摘要: 本文主要研究了半硬干酪的加工工艺。通过试验得半硬干酪的最佳工艺条件为凝乳酶的添加量为 3 g/100 L, 不添加 CaCl₂, 盐水浓度为 12%, 后熟温度为 7 °C。且凝乳酶的添加量和后熟温度对半硬干酪品质的影响相对较大。

关键词: 干酪; 加工工艺; 研究

中图分类号: TS252.53; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1673-9078(2007)10-0062-05

Study on the Processing Technology of Semi-hard Cheese

LI Kai-xiong, LI Xing-ke, LI Ying-biao, HE Jia-liang, LU Shi-ling

(College of Food Science, Shihezi University, Shihezi 832003 China)

Abstract: In order to improve the texture and flavor of cheese, the experiment was conducted to determine the optimal technology in this article. The optimal technological parameters were that the addition amount of rennet were 3 g/100 L, at absence of CaCl₂, the concentration of NaCl and ripening temperature were 12% and 7 °C respectively. And the addition amount of rennet and the ripening temperature had more important influence on the character of cheese.

Key words: cheese; processing technology; study

近年来, 乳品工业已成为我国食品工业的重要组成部分, 增长强劲。被称为“乳品之王”的干酪则是乳制品中附加值较高的产品, 作为世界上产量和消费量很大且营养丰富的一种乳制品, 在我国由于多种因素限制, 长期以来发展缓慢。目前, 国内企业基本没有干酪生产经验, 干酪的生产制造技术很不成熟。另外, 干酪的消费方式在国内还比较有限, 主要作皮萨、汉堡等西餐的辅助配料进行消费, 很少作为日常乳制品进行消费, 一方面是因为中国人对有些干酪的口味不习惯, 另一方面也因为我国自行生产干酪的厂家较少, 除再制干酪外, 大部分干酪主要依赖进口, 其成本较高, 售价也较高。因而, 我国急需解决干酪加工技术上的一些问题, 并且发展适合中国人口味的干酪的加工技术^[1]。

新疆原料乳产量在全国名列前茅, 但商品率很低, 而且新疆的牛奶价格相对全国其他省市比较低。因此在发展干酪加工业, 有着得天独厚的优势。基于此, 本文对半硬干酪加工工艺进行了研究, 为新疆乃至全国自主进行干酪加工生产和中式干酪市场的发展提供一些理论基础及技术支持。

1 实验材料与方法

收稿日期: 2007-09-05

作者简介: 李开雄, 食品学院院长

1.1 实验原料

原料乳: 新鲜无抗牛乳; 发酵剂: 乳酸乳球菌乳酸亚种; 凝乳酶: 小牛皱胃酶(丹麦科汉森公司)。

1.2 试剂

pH 4.6 磷酸盐缓冲溶液、12% TCA (三氯乙酸) 溶液、40% NaOH 溶液、硫酸铜、硫酸钾、浓硫酸、4% 硼酸、甲基红和溴甲酚绿混合指示剂等, 所用试剂均为国产分析试剂。

1.3 仪器与设备

万用电炉、电子天平、电热恒温干燥箱、快速恒温数显水箱、数显不锈钢电热培养箱、质构仪、凯氏定氮装置。

1.4 测定方法

1.4.1 可溶性氮测定^[2]

准确称取 0.75 g 干酪, 加入 25 mL 醋酸盐缓冲溶液 (pH 4.6), 将干酪充分磨碎, 再用 25 mL 缓冲液充分冲洗, 悬浮液在 4000 r/min 下离心 20 min, 取上清液定量地移入凯氏消化瓶, 进行微量凯氏定氮, 并以占干酪总氮量的百分数表示。

1.4.2 质构测定方法^[3]

采用 TPA (Texture Profile Analysis) 质地剖面分析法, 使用物性测试仪, 圆柱状平头探头。所有样品重复测试 3 次。

测量指标说明: 硬度 (hardness): 样品达到一定变形所必须的力。

1.4.3 感官评定方法^[4]

本试验感官评定在食品工艺室内完成, 邀请 8 名从事食品研究的人员组成评定小组, 先明确本试验的目的和意义及感官评定的指标和注意事项。评定分数采用 100 分制。每次评定由每个评定员单独进行, 相互不接触交流, 样品评定之间用清水漱口。

2 加工工艺研究

2.1 干酪加工操作要点

2.1.1 原料乳的预处理

生产干酪用的原料牛乳必须是健康奶牛分泌的新鲜良质乳。TTC 试验阴性。感官检查合格后, 测定酸度为 18 °T, 然后进行过滤净化, 备用。

2.1.2 原料乳的杀菌

杀菌的目的是消灭乳中的致病菌和有害菌类, 并破坏有害酶类, 使干酪质量稳定。杀菌工艺直接影响产品质量。如果温度过高, 时间过长, 会使凝块松软, 且收缩作用变弱, 这会导致凝块中的水分和乳糖含量较高, 易于在成熟中形成酸味干酪, 同时使凝乳时间加长。因此, 干酪生产中一般采用 63 °C 30 min 的杀菌条件, 在此条件足以保证致病菌的消灭, UHT 不适用于干酪原料乳杀菌。

2.1.3 发酵剂的添加

发酵剂由乳酸乳球菌组成。当乳温冷却至 30~32 °C 时添加原料乳量 5% 的发酵剂, 搅拌均匀。乳酸菌发酵剂在干酪的成熟中具有下述作用: 一是发酵乳糖, 产生乳酸, 乳酸对于凝乳酶凝乳和凝块质构具有显著的影响; 二是乳酸菌的蛋白酶和脂酶在干酪的成熟中发挥着重要的作用; 三是乳酸对于干酪的风味有明显的影 响, 并抑止致病菌和腐败菌的生长。

2.1.4 凝乳酶的添加

当乳的 pH 值达到 5.8 左右时, 加入 CaCl₂, 再添加凝乳酶, 搅拌 4~5 min 后, 静置凝乳。添加凝乳酶时应注意不要使原料乳中产生气泡, 迅速加入, 迅速搅拌, 搅拌时间不可过长, 以防止将已凝的凝块打碎。

2.1.5 切割、加温搅拌及排除乳清

凝乳酶添加 10~20 min 后, 凝乳充分形成后, 进行切割, 一般大小为 0.5~0.8 cm; 缓慢升温并匀速搅拌加快乳清排出。当温度升至 38~39 °C 后停止加温, 继续搅拌 30~40 min。

凝乳切割时机的判定方法: 将手或细棒以 45 度角斜插入凝乳表层以下, 向上抬起凝乳以使其破碎, 若

在底部形成清晰裂缝有绿色乳清析出, 则表明应开始切割凝乳; 具有白色乳清、形成软的不规则裂缝则说明凝乳太软^[5]。

2.1.6 凝块的反转堆积

排除乳清后, 将干酪进行反转堆积, 需 2 h 左右。

2.1.7 加盐

盐水浸泡 2 h 左右, 中间翻转一次。

2.1.8 成熟

成型后的生干酪放在温度 8~12 °C, 相对湿度 85% 条件下发酵成熟或塑袋真空热缩包装成熟。

2.2 干酪加工工艺单因素试验

在进行单因子试验时, 其他工艺参数控制为: 发酵剂用量 5.0%、切割大小 7 mm³、保温搅拌温度 40 °C、盐水浸泡 2 h, 中间翻转一次。分别考察凝乳酶用量 (3~5 g/100 kg)、CaCl₂ 用量 (0~20 g/100 kg)、盐水浓度 (12%~20%) 和后熟温度 (7~17 °C) 等几个因素对干酪的蛋白质水解、质构特性和感官评定的影响。在单因素基础上进行正交试验, 分别以可溶性氮含量、感官评分和硬度来评价正交实验的效果。

3 结果与分析

3.1 凝乳酶的添加量对干酪品质的影响

表 1 凝乳酶的添加量对干酪品质的影响

Table 1 Influence on the quality of cheese by the addition amount of rennet

凝乳酶添加量 (g/100 kg)	可溶性氮 含量/%	感官评定	硬度
3	22.5	90.5	67.33
4	27.5	89.1	71.33
5	31.9	84.9	48.67

凝乳酶的作用主要包括两个方面, 一是使乳凝结, 二是在成熟中发挥作用。从表 1 可以看出凝乳酶的添加量对干酪的感官评定影响比较大, 这是因为在干酪成熟期间, 蛋白质的分解随着凝乳酶用量的增加而加快, 凝乳酶分解乳蛋白质产生大量的苦味肽, 添加较大的凝乳酶也会增加干酪苦味的产生, 这也是随着凝乳酶添加量的增加, 感官评定结果下降的原因。

可溶性氮含量的高低表明了蛋白质水解程度的高低, 它是干酪成熟的一个标志。在 pH 4.6 时可溶性氮主要分离出的是中肽和小肽, 由于 pH 4.6 时酪蛋白沉淀, 可溶的乳清蛋白和蛋白胨对水溶性贡献很小, 因此 O'Keefe 等人认为 pH 4.6 时可溶性氮主要是由凝乳酶作用产生的。从表 1 可以看出凝乳酶的添加量对可

溶性氮含量影响比较大,随着凝乳酶添加量的增加,可溶性氮越来越高。

凝乳酶的加入量对干酪的硬度有一定的影响,加入量过大,凝块粗糙易碎,而且失水严重,这与 H.Wium 对 Feta 干酪的研究证明,凝乳酶用量大、凝固温度高、凝固时间长,干酪蛋白网络粗糙,破碎应力值高,结果一致^[2]。

3.2 CaCl₂ 的添加量对干酪品质的影响

表 2 CaCl₂ 的添加量对干酪品质的影响

CaCl ₂ 添加量 (g/100 kg)	可溶性氮 含量/%	感官评定	硬度
0	30.5	92.37	55.33
10	30.5	90.12	57.33
20	30.5	80.50	71.33

从表 2 可知, CaCl₂ 的添加量对可溶性氮含量影响不大。CaCl₂ 的添加量对干酪的感官和硬度有一定的影响,随着 CaCl₂ 的添加量的增加,感官评定结果降低,硬度增加,可能是添加过多的 CaCl₂ 会产生苦味。Hostettler 和 Ruegger (1950) 就 CaCl₂ 在降低凝乳时间上的作用进行了研究,研究表明 CaCl₂ 的用量有一最佳值,因为过多的 CaCl₂ 会打断 α s-酪蛋白和 κ -酪蛋白间的络合键, α s-酪蛋白一旦不再受到 κ -酪蛋白的保护就会沉淀下来;而且当体系中残留过多的氯化钙,除了会使凝块偏硬,还会使最终产品带有苦味以及质构不佳^[6]。本试验的研究结果与其一致。

3.3 盐水浓度对干酪品质的影响

表 3 盐水浓度对干酪品质的影响

NaCl 浓度/%	可溶性氮含量/%	感官评定	硬度
12	31.1	81.00	76.67
16	30.2	82.62	80.33
20	28.5	86.62	89.33

加盐可以改善干酪的风味、组织状态和外观,延缓乳酸发酵的进程,抑制腐败微生物的生长,加盐还可以降低水分,控制干酪成品中的水分。从表 3 可以看出食盐是影响干酪感官评定值的主要因素,盐水浓度越高,干酪感官评定值越高,这时因为盐水浓度高抑制了蛋白水解酶的活性,产生的苦味肽较少,另外咸味部分得掩盖了苦味。食盐含量的增加也提高干酪的硬度,原因是食盐促进干酪排出更多的乳清,降低干酪的水分含量,使干酪质地变硬。从表 3 还可以看

出随着盐浓度的升高,可溶性氮含量降低,这可能是食盐含量通过影响微生物和酶的活性影响干酪的蛋白分解程度,高浓度食盐抑制了蛋白质的分解^[7-9]。

3.4 后熟温度对干酪品质的影响

从表 4 可以看出后熟温度对感官评定和硬度的影响不是很明显。后熟温度对可溶性氮含量影响比较大,17℃后熟时可溶性氮含量大于 12℃后熟,12℃后熟大于 7℃后熟,这是因为后熟温度升高,相应地加快干酪的后熟,而可溶性氮含量是评价干酪成熟程度的一个指标。提高成熟温度可增强干酪中残留的凝乳酶和微生物酶的活性,加速其中的生化反应,如蛋白质降解,脂肪分解,乳糖分解等^[10]。但温度过高还易导致微生物污染,如霉菌污染等。

表 4 后熟温度对干酪品质的影响

后熟温度/℃	可溶性氮含量/%	感官评定	硬度
7	29.5	89.00	63.67
12	32.5	87.00	68.33
17	38.1	90.75	65

3.5 正交试验

3.5.1 正交试验设计

根据单因素试验确定了影响干酪品质的因素主要有凝乳酶的添加量、CaCl₂ 的添加量、盐水浓度、后熟温度等,因素水平见表 5,结果见表 6。

表 5 正交试验因素水平表 L₉ (3⁴)

水平	A 凝乳酶的添加 量/(g/100 kg)	B CaCl ₂ 的添加 量/(g/100 kg)	C(盐水浓 度)/%	D(后熟温 度)/℃
1	3	0	12	7
2	4	10	16	12
3	5	20	20	17

由表 6 可知,影响干酪感官品质的主次顺序为 A>D>C>B,在单因素试验中已经证实,随着凝乳酶的添加量的增加,干酪中产生过多得苦味肽,随着苦味增加,感官评定结果下降。CaCl₂ 的添加量会增加干酪的苦味,但本试验中 CaCl₂ 的添加量对干酪的感官评定影响不大。随着盐水浓度的升高,盐抑制了微生物和干酪中酶的活力,干酪的苦味得到缓和,此外咸味部分遮盖了苦味,因此感官评定结果比较好。随着后熟温度的升高,干酪中的微生物及残留的凝乳酶的活力增高,微生物继续发酵残留的乳糖,致使干酪后酸化,凝乳酶及微生物产生的酶作用于蛋白质产生

苦味肽。因此在较高温度条件下成熟的干酪口感比较低温度下成熟的口感差。

表 6 感官评定正交试验结果

Table 6 Results of Organoleptic Estimation of the orthogonal

Experiment							
编号	A	B	C	D	感官评定	硬度	可溶性氮含量/%
1	1	1	1	1	95.5	69.7	25.28
2	1	2	2	2	85.75	83	26.95
3	1	3	3	3	92.12	82	27.64
4	2	1	2	3	84.87	81	26.01
5	2	2	3	1	93.12	78.7	29.04
6	2	3	1	2	81.12	74.7	34.67
7	3	1	3	2	82.75	73	33.6
8	3	2	1	3	81	74.7	32.17
9	3	3	2	1	87.12	65.7	30.33

κ1	91.12	87.71	85.87	91.91			
κ2	86.91	86.79	85.91	84.66			
κ3	83.62	86.62	89.33	86.00			
R	7.5	1.09	3.46	7.25			

硬度							
κ1	78.2	74.5	73.0	71.4			
κ2	78.1	78.8	76.5	76.9			
κ3	71.1	74.1	77.9	79.2			
R	7.1	4.7	4.9	7.8			

可溶性氮含量							
κ1	26.62	28.30	30.71	28.22			
κ2	29.91	29.39	27.76	31.74			
κ3	32.03	30.88	30.09	28.61			
R	5.41	2.58	2.95	3.52			

表 6 可知干酪加工工艺的最佳组合为 A₁B₁C₃D₁, 但盐水浓度高会使干酪中的含氮量下降, 因此盐水浓度在 12% 即可。最佳组合即为 A₁B₁C₁D₁, 即当凝乳酶的添加量为 3 g/100 L, 不添加 CaCl₂, 盐水浓度为 12%, 后熟温度为 7 °C 时, 干酪的感官比较好。

影响干酪硬度的主次顺序为 D>A>C>B, 即凝乳酶的添加量和后熟温度对质构影响较大, 其次是 CaCl₂ 浓度和盐水浓度。随着凝乳酶添加量的增加, 凝乳时间缩短, 但是质构变差, 容易破碎。盐水浓度越高, 干酪越硬, 这是因为高的盐度, 可以促进乳清的进一步排出, 提高干酪的硬度。后熟温度影响干酪后熟过程中的生物化学变化, 进而间接影响干酪的质

构。

影响可溶性氮含量的主次顺序为 A>D>C>B, 其中凝乳酶的添加量对其影响最大, 这与单因素实验结果是一致的, 因为凝乳酶是影响 pH 4.6 可溶性氮含量最直接的因素, 其次是后熟温度, 因为温度确定着蛋白质的降解速度。而 CaCl₂ 浓度、盐水浓度对 pH 4.6 可溶性氮含量影响不很明显。

3 结论

凝乳酶的添加量和后熟温度对干酪各项指标影响最大, 其次是盐水浓度, 而 CaCl₂ 相对较小。

综合各项指标干酪的最佳加工工艺为当凝乳酶的添加量为 3 g/100 L, 不添加 CaCl₂, 盐水浓度为 12%, 后熟温度为 7 °C。

参考文献

- [1] 王洁. 硬质干酪加工工艺及生物活性肽的研究[D]. 天津科技大学硕士学位论文, 2006
- [2] 王芳芳. 新型 Cheddar 干酪加工工艺及成熟特性的研究[D]. 山东农业大学学位论文, 2003
- [3] Hussein M A. Study on quality changes and characteristic for Cheddar cheese supplemented with soy protein isolate during ripening [D]. Ph.D. Thesis, Southern Yangtze University. 2003.48-56
- [4] 切达干酪感官质量评鉴细则 RHB501-2004, 中国乳制品工业行业规范
- [5] 郭本恒. 干酪[M]. 化学工业出版社, 2004
- [6] 王端. 钙离子、pH 值以及成熟时间对干酪蛋白质降解的影响[D]. 山东农业大学学位论文, 2006
- [7] S.kaya. Effect of salt on hardness and whiteness of Gaziantep cheese during shortterm brining[J]. Journal of Food Engineering. 2002, 52:155-159
- [8] Cervantes M.A., Lund D.B. Effects of salt concentration and freezing on Mozzarella cheese texture [J]. J.Dairy Sci, 1983. 66: 204-213.
- [9] Kindstedt P.J. Gilmore J.A. Variation in composition and functional properties within brine salted Mozzarella cheese [J]. J.Dairy Sci. 1992.75: 2913
- [10] 戴亚丽. 中性蛋白酶和乳酸菌固定化及其对干酪促熟效果的研究[D]. 陕西师范大学硕士论文, 2005