

6种凝乳酶在干酪制作过程中理化特性的研究

赵秀玲

(黄山学院 旅游学院,安徽 黄山 245021)

摘要:以西安常兴乳品厂的新鲜奶为原料,添加EZAL MA011乳酸发酵剂,研究牛奶干酪加工过程中酸度和出品率的变化,以及不同凝乳酶对它们的影响。结果表明,牛奶干酪加工过程中,酸度缓慢上升,而不同凝乳酶对酸度无显著影响($P>0.05$);不同凝乳酶对干酪出品率的影响:羔羊皱胃酶>小牛皱胃酶>微生物凝乳酶>猪胃蛋白酶>木瓜蛋白酶>无花果蛋白酶。

关键词:凝乳酶;干酪制作;理化特性

中图分类号:TS252 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-447X(2010)04-0077-03

干酪不仅营养价值高,而且极易消化吸收,是老人和儿童饮食中的上等佳品。它可将原料乳中的蛋白质和脂肪浓缩十倍以上,含有大量的必需氨基酸、脂溶性维生素A、D以及溶解状态的矿物质。^[1]

在欧美等发达国家,干酪成为饮食结构中不可缺少的一种食品,而我国的牛奶干酪加工尚处于起步阶段。本实验旨在研究牛奶干酪加工过程中(从鲜奶过滤至凝块压榨)酸度及出品率变化规律以及不同凝乳酶对它们的影响,这对促进我国干酪生产、推动干酪研究稳定发展具有重要的参考价值。

1 材料与方 法

1.1 原料乳

本实验用的原料乳来源于西安市常兴乳品厂当日所产的新鲜牛奶。

1.2 凝乳酶

小牛皱胃酶:美国进口,商品用;
羔羊皱胃酶:本实验室自制;
猪胃蛋白酶:化学试剂,广州酶制品厂出品;
木瓜蛋白酶:化学试剂,广州酶制品厂出品;
无花果蛋白酶:化学试剂,广州酶制品厂出品;
微生物蛋白酶:美国进口,商品用。

1.3 凝乳酶活性的测定

凝乳酶活性测定采用Arima[®]方法。取100克/升的脱脂乳5毫升,一定温度下保温5分钟,加入0.5毫升质量浓度为10克/升的酶液,迅速混合均匀,准确记录从假如到乳液凝固时间(秒),把40分钟凝结1毫升100克/升的脱脂乳的酶量定义为一个索氏单位(Soxhletunit) $\text{Soxhlet unit}(\text{Su})=2400/t \times s/0.5 \times D$ (式中:t为凝乳时间(s),D为稀释倍数。)

1.4 发酵剂

美国进口的EZAL MAOLL。该发酵剂由乳油链球菌和乳酸链球菌按1:1比例作为发酵剂。使用之前,进行5次活化。

1.5 干酪加工工艺流程

采用半硬质干酪加工工艺。^[2]

鲜牛奶 测乳成分及酸度 过滤 四层纱布 杀菌
63℃30分钟 冷却 32℃ 加发酵剂 占总奶量1%
保温 37℃40分钟 加凝乳酶 按效价加 凝乳切割
切成不大于1cm³凝块 升温 40分钟 由32℃升至40℃
排乳清 恒温 40℃保持 20分钟 搅拌 排乳清
同时加入等量清水冲洗 挂沥 20分钟 装模压榨
压力 1kg/cm² 12-16小时 脱模 8-12℃ 3个月 成熟。

1.6 脂肪的测定

采用罗紫-戈特里(Roess-Gottlil)法。

收稿日期:2009-12-10

作者简介:赵秀玲(1973-),新疆奇台人,黄山学院旅游学院讲师,研究方向为动物食品加工新技术。

1.7 实验设计与分析

种酶每一种在实验设计中作为一组处理, 每天利用同一奶源同时进行六种干酪的实验, 每一次处理鲜奶 6Kg, 连续实验 3 批, 共实验 18 个样品。干酪产量的研究包括测定原料乳和排除乳清中的乳脂肪、乳蛋白、乳糖、成品干酪重及水分含量等。对所有数据进行统计分析, 如果处理之间存在差异 ($p < 0.05$), 进行多重检验, 以判明那两个处理之间存在差异。

1.8 干酪出品率的测定

1.8.1 产品水分含量的测定采用重量法

1.8.2 产品出品率的计算^[9]

$$\text{产品出品率} = \frac{\text{生产出鲜干酪重量}}{1 \text{ 原料乳重量}} \times 100\%$$

考虑到批次间、处理间水分含量的差异, 将实测出品率校正到水分含量为 40% 的出品率。

$$\text{校正出品率}(\%) =$$

$$\frac{\text{实测出品率} \times (100 - \text{水分百分含量})}{100 - 40} \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 原料乳化学成分及酸度的变化(如表 1)

表 1 新鲜牛奶的成分及酸度的变化

重复	乳脂率(%)	蛋白质(%)	乳糖(%)	酸度(T)
1	3.94	2.97	3.98	18
2	3.78	3.38	3.62	19
3	3.97	3.26	3.84	16
4	4.00	3.36	3.94	18
5	4.07	2.98	3.80	20
6	3.97	2.96	3.80	18

从鲜奶质量分析结果来看, 乳脂率、酸度、蛋白质指标与一般牛奶相比正常, 乳糖量稍低, 可能与产奶季节、饲料因素有关, 酸度在鲜奶正常范围以内。

2.2 不同凝乳酶对干酪出品率的影响

6 种凝乳酶对干酪出品率的影响见表 2。

表 2 不同凝乳酶对干酪出品率的影响

凝乳酶	实测出品率(%)	校正出品率(%)
羔羊皱胃酶(A)	10.86	10.06
微生物凝乳酶(B)	10.60	9.90
猪胃蛋白酶(C)	10.36	9.80
无花果蛋白酶(D)	9.74	9.24
木瓜蛋白酶(E)	9.84	9.20
小牛皱胃酶(F)	10.80	10.00

干酪加工中出品率高低是一个很重要的经济指标。1% 的产量损失, 对于一个加工厂来说, 每年造成的经济损失是惊人的。凝乳酶的种类影响干酪产量。蛋白分解活性越高, 干酪产量越低, 由表 2 可以看出用动物凝乳酶(除胃蛋白酶)生产干酪时出品率较高, 其次为微生物凝乳酶, 植物凝乳酶的出品率最低。

2.3 不同凝乳酶对干酪加工中乳清成分的影响

各种乳成分中, 乳脂肪、乳蛋白、无脂固形物、总固形物随乳清排出的量很少, 而乳糖和水分几乎全部随乳清排出。也就是说干酪中的主要成分就是脂肪和蛋白质, 当然也包括一定量乳糖、矿物质元素和各种维生素等。

表 3 乳清成分分析结果(%) ($\bar{x} \pm SD$)

处理组	n	蛋白质	脂肪	乳糖	固形物
羔羊皱胃酶(A)	6	0.82±0.06 ^a	0.56±0.07 ^a	3.93±0.09 ^a	5.60±0.17 ^a
微生物凝乳酶(B)	6	0.80±0.06 ^a	0.58±0.06 ^a	3.92±0.90 ^a	5.62±0.12 ^a
猪胃蛋白酶(C)	6	0.86±0.06 ^a	0.65±0.09 ^a	3.98±0.13 ^a	5.90±0.23 ^a
无花果蛋白酶(D)	6	0.9±0.06 ^b	0.76±0.09 ^a	4.00±0.13 ^a	6.80±0.20 ^a
木瓜蛋白酶(E)	6	0.8±0.06 ^b	0.70±0.09 ^a	4.06±0.13 ^a	6.80±0.23 ^a
小牛皱胃酶(F)	6	0.81±0.06 ^a	0.54±0.06 ^a	3.88±0.90 ^a	5.60±0.12 ^a

注: 同一列中, 带有不同上标字母者, 均数之间差异显著

从表 3 可以看出, 用羔羊皱胃酶、微生物凝乳酶、猪胃蛋白酶和小牛皱胃酶生产的干酪乳清中蛋白质含量无显著变化 ($P > 0.05$), 而与无花果蛋白酶和木瓜蛋白酶组差异显著 ($P < 0.05$), 乳清中脂肪变化各组之间无显著差异 ($P > 0.05$), 无花果蛋白酶和木瓜蛋白酶处理组的乳清中乳糖含量较高。

Emmouss 等(1990)^[54]研究指出, 用不同凝乳酶加工的干酪, 其出品率的差异主要与不同酶对酪蛋白的凝结特性和分解活性的差异有关。凝结性强, 分解性弱, 则出品率高。凝乳酶的作用是水解 k-酪蛋白, 生成副 k-酪蛋白和糖巨肽, 在 Ca^{2+} 参与下使乳凝固。^[9]不同的凝乳酶在凝乳的同时, 还具有分解蛋白质的作用。小牛皱胃酶和羔羊皱胃酶蛋白分解活力较低, 在干酪中残留量较多, 乳清中蛋白质含量较低, 是干酪生产中应用最好的凝乳酶; 猪胃蛋白酶和微生物凝乳酶具有一定的蛋白水解活力; 植物凝乳酶的蛋白水解活力较强, 易使干酪产生苦味, 在形成凝乳蛋白的同时能够大量分解蛋白质, 形成小分子的有机化合物, 随乳清排出。同时, 植物凝乳酶形成凝块较软, 质地松散, 易形成细小凝块, 这些因素都是造成干酪出品率较低的原因。^[9]也有人报道, 胃蛋白酶比微生物蛋白酶分解活性低, 产品出品率较高。^[9]这很可能是所使用微生物酶种类不同所致。在实际加工条件下, 还不能单纯用乳清中蛋白损失来估计产品出品率的变化, 应用乳清总固形物变化更合理一些。

2.4 不同凝乳酶加工酪凝乳过程中乳清的酸度变化

分别从 6 种凝乳酶处理的乳清中取样, 测定其酸度, 其结果见表 4。

由表 4 可知, 用不同凝乳酶加工干酪时, 乳清酸度差异不显著 ($P > 0.05$)。乳清酸度由凝乳时的 24T, 随时间变化基本保持不变 ($P > 0.05$), 这与张晓东报道的结

果一致。

表 4 不同凝乳酶加工干酪凝乳过程中乳清的酸度变化(°T)

凝乳酶	加工时间(min)			
	10	20	30	40
羔羊皱胃酶(A)	14.9	15.3	15.0	15.2
微生物凝乳酶(B)	15.0	15.2	15.1	15.3
猪胃蛋白酶(C)	15.2	15.0	15.1	15.4
无花果蛋白酶(D)	15.0	15.2	14.9	15.6
木瓜蛋白酶(E)	15.1	15.1	15.3	15.3
小牛皱胃酶(F)	15.0	15.2	15.2	15.4

2.5 不同凝乳酶处理发酵奶酸度变化

在发酵过程中分别加入 6 种酶后,每隔 10 分钟取样测定一次酸度,结果见表 5。结果表明,不同凝乳酶对干酪加工过程中的酸度没有显著影响(P>0.05)。

表 5 不同凝乳酶处理发酵奶酸度变化(°T)

凝乳酶	加工时间(min)			
	10	20	30	40
羔羊皱胃酶(A)	23.9	24.1	23.4	24.1
微生物凝乳酶(B)	24.0	24.0	24.5	24.0
猪胃蛋白酶(C)	25.0	23.5	25.0	22.5
无花果蛋白酶(D)	23.5	24.5	23.0	24.5
木瓜蛋白酶(E)	23.2	23.3	21.5	25.0
小牛皱胃酶(F)	23.5	23.0	22.0	24.5

3 结 论

1.不同凝乳酶对干酪出品率的影响:羔羊皱胃酶>小牛皱胃酶>微生物凝乳酶>猪胃蛋白酶>木瓜蛋白酶>无花果蛋白酶。

2.不同凝乳酶生产干酪加工过程中乳清成分有明显影响,随乳清排出,固性物含量顺序为:无花果蛋白酶>木瓜蛋白酶>猪胃蛋白酶>微生物凝乳酶>小牛皱胃酶>羔羊皱胃酶。

3.对不同的凝乳酶加工干酪的产品出品率结果表明,羔羊皱胃酶加工的干酪,产品出品率高、口感舒适、风味佳、组织结构细腻,作为干酪加工的凝乳酶是理想的;小牛皱胃酶在各方面仅次于羔羊皱胃酶;微生物凝乳酶也可以在生产中使用,在产品的组织结构方面,不令人十分满意,并且分解活性较强,易产生苦味,在实际生产中最好不要单独使用;无花果蛋白酶和木瓜蛋白酶产量最低,凝乳特性极差,有苦味,在干酪的实际生产中没有多大使用价值。

参考文献:

[1]崔圆圆,吕加平,张伯林.切达干酪加速成熟方法及其研究现状[J].中国乳品工业,2007,(35):43-47.
 [2]Childs J .L, Daubert L, Stefanski L. Factors regulating cheese shreddability[J]. Dairy Sci,2007,90:2163-2174.
 [3]孟佳,乔发东,张二燕.半硬质干酪凝乳工艺的优化[J].中国乳业,2008,(2):32-34.
 [4]柳艳霞,赵改名,张秋会,等.新鲜干酪工艺研究[J].食品科学,2007,28(8):215.
 [5]Modler H W, Emmons D .B.The use of continous ricotta processing to reduce ingredient cost in further processed cheese product [J].International Dairy Journal, 2001,11: 517-523.
 [6]Sinha R P,Modler H W, Emmons D B. Changes in acidity and starter bacteria in commercial yoghurts during storage [J]. Cultured Dairy Products Journal, 2003,45(2): 12-14.
 [7]钟继才.凝乳酶在干酪生产中的应用[J].中国乳品工业, 2006,34(1):55.
 [8]崔旭海.干酪成熟过程中发酵剂的作用及快速成熟的研究进展[J].中国乳品工业,2006,(5):50-53.
 [9]张富新,党亚利.不同因素对羊奶干酪凝乳效果的研究[J].中国乳品工业,2003,(5):20-22.

责任编辑:胡德明

A Study on the Physical and Chemical Properties of 6 Types of Rennet during Cheese Making

Zhao Xiuling

(School of Tourism, Huangshan University, Huangshan 245021, China)

Abstract: The change patterns of the acidity and the yield rate as well as the influence of rennet on them in the process of cheese making were studied with fresh milk produced by Xi'an Changxing Dairy Plant as raw material and EZAL MAO11 as lactic acid starter. The results showed in the course of cheese making, the acidity raised slowly without significant influence of various rennet (p>0.05); whereas, the influence of different rennet on product yield rate is as follows: lamb rennet>calf rennet>microbial rennet>swine pepsin>papain>ficin

Key words: rennet; cheese making; physical and chemical property

6种凝乳酶在干酪制作过程中理化特性的研究

作者: [赵秀玲, Zhao Xiuling](#)
 作者单位: [黄山学院旅游学院, 安徽, 黄山, 245021](#)
 刊名: [黄山学院学报](#)
 英文刊名: [JOURNAL OF HUANGSHAN UNIVERSITY](#)
 年, 卷(期): 2010, 12(5)
 被引用次数: 0次

参考文献(9条)

1. 崔国圆, 吕加平, 张伯林 [切达干酪加速成熟方法及其研究现状](#) 2007(35)
2. Childs J.L., Daubert L., Stefanski L [Factors regulating cheese shreddability](#) 2007
3. 孟佳, 乔发东, 张二燕 [半硬质干酪凝乳工艺的优化](#) 2008(2)
4. 柳艳霞, 赵改名, 张秋会, 侯永新, 田黎, 李苗云, 高晓平 [新鲜干酪工艺研究](#) 2007(8)
5. Modler H W., Emmons D.B [The use of continous ricotta processing to reduce ingredient cost in further processed cheese product](#) 2001
6. Sinha R P., Medler H W., Emmons D B [Changes in acidity and starter bacteria in commercial yoghurts during storage](#) 2003(2)
7. 钟继才 [凝乳酶在干酪生产中的应用](#) 2006(1)
8. 崔旭海, 毕海丹, 孔保华 [干酪成熟过程中发酵剂的作用及快速成熟的研究进展](#) 2006(5)
9. 张富新, 党亚丽 [不同因素对羊奶干酪凝乳效果的影响](#) 2003(5)

相似文献(4条)

1. 期刊论文 [曾剑超, ZENG Jian-chao 国内凝乳酶及其代替品的研发进展 -中国牛业科学](#)2008, 34(2)
 凝乳酶是干酪制作过程中起凝乳作用的关键性酶,它对干酪的质构和特有风味的形成有影响。本文阐述了干酪生产的现状,凝乳酶的结构和凝乳机理,凝乳酶活性的影响因素,并介绍了国内凝乳酶代替品的研发进展。
2. 期刊论文 [马玲, 白建, 上官鹏军, 宗学醒 新型模拟干酪的制作 -畜牧兽医科技信息](#)2005(6)
 作为乳制品之王的干酪,其营养价值和生物学价值仅次于鸡蛋,其中的干物质含量是牛奶的10倍,经过凝乳酶和乳酸菌发酵剂产生的蛋白酶和肽酶对蛋白的降解所形成的肽类和氨基酸更容易被人体消化吸收,某些小肽可能对人体有特异的功能。在欧洲干酪的消费量很大,而国内受饮食习惯和生活水平的限制干酪的发展缓慢,新型干酪替代物的研究使得一些大公司开始生产再制干酪,一方面可以降低成本,同时经过再加工更符合国人的口味,而干酪制作中凝乳酶替代物的研究还未见报道,本实验就是探讨代替凝乳酶制作干酪的最佳工艺,以减少凝乳酶的用量,同时降低干酪成本,提高产率。
3. 期刊论文 [刘晶, 韩清波, 王丽莉, LIU Jing, HAN Qing-bo, WANG Li-li 工艺过程对干酪品质及产率的影响 -食品科技](#)2007, 32(1)
 探讨了干酪制作过程中工艺过程、发酵剂、凝乳酶及CaCl₂的添加量等对干酪产率及品质的影响,从而确定最佳工艺参数。实验结果表明:在干酪生产过程中,为了使产品的凝乳时间短、状态好、产率高,采用72℃、15s的杀菌条件,发酵剂的添加量为1.2%,预酸pH为6.1, CaCl₂添加量为0.015%,凝乳酶添加量为4g/L,干酪切割时间为100min,切割大小为5mm,干酪浸渍在6℃16%的食盐水中放置24h。
4. 学位论文 [陈建兴 大豆分离蛋白部分代替牛乳制作干酪的工艺及蛋白质降解的研究](#) 2004
 该论文探讨了利用大豆分离蛋白(SPI)部分代替牛乳中酪蛋白生产混合干酪的可行性,研究出混合干酪的制作的工艺条件,并进一步研究了干酪制作中的主要因子如pH值、凝乳酶浓度、Ca²⁺含量、SPI的热处理温度等对于酪质构和干酪成熟过程中蛋白质降解的影响,获得以下的初步研究成果:1、通过单因子和Box-Behnken设计的响应曲面法优化试验,研究出直接酸化法和发酵法制作混合干酪的最佳工艺条件。直接法的工艺为大豆分离蛋白80℃热处理变性,选择20%的代替比例,添加217U/g的凝乳酶,0.023%的乳酸酸化,pH值5.6,Ca²⁺含量0.02%。2、在含大豆蛋白的干酪凝块中,大豆分离蛋白的加入导致凝块的特水性增加,分离蛋白的出现使干酪的结构变得粗糙,凝胶的硬度降低,体系pH值越低,凝块的硬度越大。3、在含大豆蛋白的干酪凝块中,氯化钙在0.02%~0.06%范围内,能促使蛋白的聚集,能增强凝胶的本身的硬度,因此硬度逐渐升高,当添加量达到0.08%时,凝胶的硬度大幅下降。4、研究SDS-PAGE图谱可知,对于直接酸化的干酪,当pH从5.3上升到6.1,出现的电泳谱带减少,第一层次的降解降低,在低pH时,α₁-酪蛋白会比β-酪蛋白降解多一些;在发酵法中,随着大豆分离蛋白热处理温度的升高,在含SPI的干酪凝块中,第一层次的降解逐渐增加。5、在干酪成熟蛋白质降解过程中pH4.6SN与总氮的比例在不断的增加,由于发酵剂和发酵剂蛋白酶的进一步分解作用,成熟过程中发酵法的比例增长较直接法快。6、凝乳酶是干酪蛋白质降解过程中最重要的因素,尽管大多数的凝乳酶会在排乳清时损失,但仍有0~15%的酶残留下来,体系pH越低,残留的酶量越大。热处理使大豆蛋白伸展,解聚,分离蛋白的结构松散,致使凝块的酪蛋白的聚集的程度降低,其松散程度增加,松散的结构更有利于酶的作用,热处理温度的升高,蛋白质的降解程度增加。7、在干酪HPLC图谱中,由于发酵剂和发酵剂蛋白酶的进一步作用,产生了更多的小肽和氨基酸,发酵法蛋白质降解的程度更大一些,因此比直接法出现更多的峰,随着成熟时间的增长,HPLC中分离出来的峰越多,这是因为新的降解产物不断的产生出来。8、在同一个pH或SPI热处理温度梯度HPLC图谱中,峰的数量是相对稳定的,但峰的面积和高度是随条件而变化的,即pH或温度梯度引起蛋白质降解的速度和程度的不同,其变化趋势与干酪中酪氨酸的浓度的变化趋势是一致的。

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hsxxyb201005025.aspx

授权使用: 黄山学院学报(qkhsxy), 授权号: 0155f18a-8d75-4d31-b715-9ebd00b9a058

下载时间: 2011年4月6日