

不同凝乳时间对Mozzarella干酪品质的影响

雷 蕾, 任发政, 任星环

(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘 要: 凝乳切割强度影响 Mozzarella 干酪品质, 凝乳强度一般通过与之对应的平均凝乳时间(从添加酶到切割凝乳这段时间为凝乳时间)判断。本实验凝乳时间分别设定为 30、40、50min, 研究凝乳时间对 Mozzarella 干酪品质的影响。结果表明选用产酸较慢的发酵剂, 更长的凝乳时间(切割时更硬的凝乳)导致了干酪中更多的水分含量和更高的干酪产量。同时干酪也具备了更柔软, 更光滑均匀的质地。

关键词: Mozzarella 干酪; 凝乳强度; 凝乳时间

Effect of Coagulation Time on Quality of Mozzarella Cheese

LEI Lei, REN Fa-zheng, REN Xing-huan

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agriculture University, Beijing 100083, China)

Abstract: Coagulum firmness would affect on the quality of mozzarella cheese. Coagulum firmness corresponded to average coagulation time from coagulum addition to cutting the curd. Three firmness levels were tested. The coagulation time was set as 30, 40, 50min separately. This study compared the effect of coagulum firmness on cutting on Mozzarella cheese. A slow acid-producing culture was used. A longer rennet coagulation time (firmer coagulation at cutting) resulted in an increase in cheese moisture and cheese yield.

Key words: Mozzarella cheese; coagulum firmness; coagulation time

中图分类号 TS252.53

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2004)12-0055-04

干酪的特征工艺是酪蛋白形成凝胶, 并包围可能存在的脂肪。凝乳在静止条件下非常稳定, 但是凝乳被破坏或切开, 很快会发生脱水收缩, 使乳清排出。脱水速度及程度与乳的成分有关, 尤其是乳中 Ca^{2+} 浓度、乳清的 pH 值、蒸煮温度、凝块和乳清混合物的搅动速度及凝乳时间。干酪产品的成分在很大程度上取决于凝胶脱水的程度, 并且这一程度可以人工进行控制, 因此通过这一环节控制产生了不同干酪品种(尽管原料乳成分, 发酵剂的种类和数量, 凝乳形成情况也是各种干酪区别的重要因素)。

凝乳切割等生产工艺影响干酪的品质。Aleandri et al^[1]发现随着凝乳切割硬度的上升, 干酪产量也上升, 但脂肪含量减少了。Mayes and Sutherland^[10]发现 Cheddar 干酪在相对于对照组 2 倍的时间切割凝乳时, 干酪中水分含量上升。但是, Bynum and Olson^[3]研究发现凝乳时间从 28min 到 47min, 干酪中水分没有明显的不同。Banks and Muir^[2]认为切割时凝胶强度不直接影响干酪产量及加工效率。另外, Mayes and Sutherland^[10], Riddel Lawrence^[13]研究表明切割后, 搅动以前凝乳的聚合时间

比凝胶强度对干酪的水分和产量的影响更大。Johnston et al^[7]认为切割的速度和持续时间, 以及热烫以前的搅动速度影响脂肪的含量及凝乳的质量。

Mozzarella 干酪起源于意大利, 属于 pasta filate 干酪。因为它独特的一步工艺, 即新鲜凝乳在热水中揉捏拉伸而著名。本实验研究不同的凝乳时间(凝乳时间为从添加凝乳酶到切割凝乳时间)对 Mozzarella 干酪凝乳强度、化学成分、功能特性的影响。

1 材料与方法

1.1 原料

1.1.1 原料乳及处理: 新鲜无抗牛乳购自北京绪中乳品厂, 比重为 1.030, 脂肪为 3.4%, 蛋白质为 2.9%, 酪蛋白为 2.17%; 对原料乳部分脱脂标准化, 使乳蛋白质/脂肪(P/F)为 1.2。

1.1.2 供试菌种及凝乳酶: 唾液链球菌嗜热亚种和保加利亚德氏乳杆菌由中国农业大学功能乳品实验室提供, 经过充分活化后作为供试菌株。凝乳酶由澳大利

收稿日期: 2004-08-10

作者简介: 雷蕾(1975-), 女, 硕士, 研究方向为乳品科学。

亚进口。

1.2 仪器与设备

自制干酪槽, 干酪刀, 电热恒温水槽 DK-8B 上海精宏实验设备有限公司; 凯氏定氮仪 KDY-9830 北京思贝得研究所; 精密酸度计 pH211 意大利哈纳纳公司; 恒温培养箱 DNP-9028 上海精宏实验设备有限公司; 电泳仪 DYC2-24D, 凝胶成像仪 上海六一仪器厂; 质构仪 QTS25 英国 Stevens 公司等。

1.3 实验方法

1.3.1 干酪成分测定 牛奶的脂肪含量使用盖勃氏方法测定, 干酪水分、脂肪、盐含量采用乳品国标方法测定。

1.3.2 Mozzarella 干酪功能特性测试 Mozzarella 干酪 TPA 用质构仪 QTS25 测定, 干酪融化性, 油脂析出性采用改良的 Schreiber 法测定。

1.3.3 感官评定 评定项目: (1) 未融化干酪的特性: 滋味与气味、组织结构、弹性、切条性; (2) 融化干酪的特性: 拉丝性、褐变性、融化性、油脂析出, 其中除滋味与气味、组织结构和切条性凭主观评定外, 其余均以客观测定值为指标, 选取 9 名经过训练的人员进行感官评定。

1.3.4 工艺流程 采用无盐渍新工艺: 原料乳过滤→标准化→巴氏杀菌→冷却→加发酵剂→预酸化→加凝乳酶→凝乳→切割→加热收缩→排乳清→堆叠→粉碎加盐→热烫、拉伸→冷却→真空包装→成熟。实验组凝乳时间分别设定为 30、40、50 min。

由于采用产酸缓慢发酵剂, 保证了各实验组排乳清、磨碎、盐渍几乎是在相同的时间和 pH 值, 各生产环节 pH 见表 1, 各实验组的总时间(从发酵剂的添加到盐渍完成)在 3h 20min 左右。

表 1 各生产环节 pH

原料奶	6.80±0.02
添加发酵剂	6.68±0.03
添加凝乳酶	6.19±0.03
切割	6.17±0.03
排乳清	6.07±0.04
堆叠	5.90±0.02
磨碎加盐	5.25±0.01
拉伸成型	5.20±0.01

1.3.5 统计分析软件采用 SPSS 统计分析软件。

2 结果与分析

2.1 不同凝乳时间干酪成分及干酪产量的变化

干酪制作成熟保存 30d 后, 取样分析测定干酪各成分, 结果见表 2。结果表明, 干酪水分含量随凝乳时间增加而增加, 脂肪、蛋白质含量随凝乳时间增加而减少。凝乳时间直接影响了乳清排出率, 当凝乳时间增加, 切割后排出乳清量下降, 而在堆叠时得到的乳清量增加。在堆叠期间, 当乳清排出量增加导致脂肪、N 和盐的损失增加。但是总脂肪及 N 的百分含量没有显著差异($p > 0.05$)。

表 2 不同凝乳时间干酪的化学成分变化

干酪成分	30min	40min	50min
蛋白质(%)	25.807	23.76	24.367
脂肪(%)	21.65	20.435	18.75
水分(%)	48.0	49.7	53.3
盐(%)	1.85	1.82	1.79

虽然从成分列表中看到不同凝乳时间的干酪主要化学成分略有差别, 但是从统计分析结果来看, 凝乳时间对干酪的化学成分没有影响, 其影响显著程序均为 $p > 0.05$ 。

在切割凝乳时, 凝乳的硬度增加导致了干酪水分和产量明显的增加, 也导致了在生产过程中更多的脂肪损失而排除到乳清中, 这些结果归结于酪蛋白网络结构(孔及酪蛋白聚合体的大小)^[9]。磨碎的凝乳增加了表面积, 造成更多的网络渗水(造成凝乳更坚硬), 暴露的脂肪流失, 浆液和乳清排出的也更多。

2.2 不同凝乳时间干酪部分功能特性的变化

Mozzarella 干酪功能特性主要包括融化及非融化特性, 其中许多指标是 Mozzarella 干酪的特征指标, 不同凝乳时间功能特性的变化如图所示。

结果表明凝乳时间对干酪的硬度略有影响, 在成熟 50d 后, 凝乳时间为 30min 的干酪硬度要比凝乳时间为 40 和 50min 的大, 弹性、油脂析出和融化性没有明显区别。硬度(图 3)和弹性(图 4)随凝乳时间延长而下降, 融化性(图 5)和油脂析出(图 6)则随凝乳时间的延长而升高。用统计软件分析得到, 干酪的功能特性和凝乳时间的相关性差, 显著度均大于 0.05, 但其功能特性与干

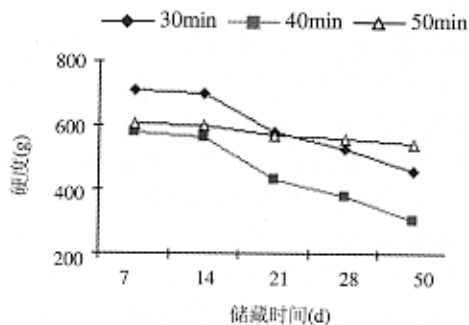


图 3 凝乳时间对干酪硬度的影响

表3 干酪经3个月成熟后感官评定结果

凝乳时间(min)	拉丝长度(cm)	感官评定
30	20	切片性好, 融化性, 起泡性, 流动性较好, 口感有韧性, 稍咸
40	50	切片性, 起泡性好, 融化性, 流动性较好, 口感有韧性, 稍咸, 有淡淡的酸味
50	40	切片性较好, 融化性, 流动性较好, 起泡性较好, 口感有韧性, 稍咸, 略有酸味

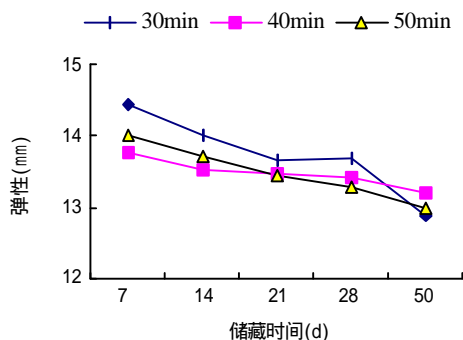


图4 凝乳时间对干酪弹性的影响

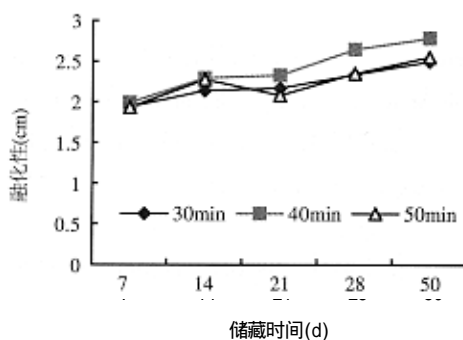


图5 凝乳时间对干酪融化性的影响

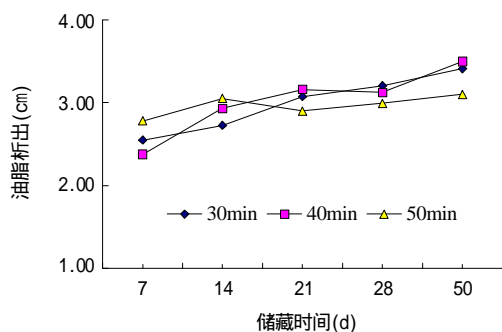


图6 凝乳时间对干酪油脂析出的影响

酪储藏时间有很大的相关性, 除了硬度是较为显著外($P = 0.06$), 其他功能特性都是极其显著($p < 0.01$)。

2.3 干酪的感官评定

表3 为干酪经3个月成熟后感官评定结果。结果表明凝乳时间不影响 Mozzarella 干酪的特征风味。但酸味浓度和光滑度随凝乳时间延长而增加, 硬度则随凝乳时间延长而下降。

水分的增加导致干酪更柔软, 更光滑。这种影响

是由于酪蛋白的水合作用增强造成的, 更高的干酪水分将导致凝乳中更多的乳糖, 相反导致生产更多的酸(更多酸味)。这也导致了pH值和钙离子浓度的下降。酪蛋白水合作用增加, 酪蛋白更倾向于蛋白水解。另外, 残存的凝乳酶在更低pH条件下更有活性, 凝乳活力增加将导致干酪更柔软, 更多的苦味。

3 结论

本实验选用产酸较慢的发酵剂, 在制作过程中, 通过改变凝乳时间以获得相似的凝乳pH值, 当切割凝乳时, 随凝乳时间延长凝乳硬度上升, 磨碎凝乳后获得的乳清总量下降, 干酪中的脂肪含量随凝乳的硬度升高而降低。氮的百分含量在几种处理中是相似的。切割时凝乳硬度越大的干酪有着更高的水分含量和更低的pH值, 同时也具备了更柔软, 更光滑均匀的质地。

参考文献:

- [1] Aleandri R, J C Shneider, L G Buttazzoni. Evaluation of milk for cheese production based on formagraph measures [J]. J Dairy Sci, 1989, 72: 1969-1975.
- [2] Banks J M, D D Muir. Coagulum strength and cheese yield [J]. Dairy Ind Int, 1984, 39: 17, 19, 21, 36.
- [3] Bynum D G, N F Olson. Influence of curd firmness at cutting on Cheddar cheese yield and recovery of milk constituents [J]. J Dairy Sci, 1982, 65: 2281-2290.
- [4] Craig J Oberg, Amos Wang, Lynn v Moyes, Effects of proteolytic activity of thermolactic cultures on physical properties of Mozzarella cheese [J]. J Dairy Sci, 1991, 74: 389-397.
- [5] Emmons D B, M Binns. Cheese yield experiments and proteolysis by milk-clotting enzymes [J]. J Dairy Sci, 1990, 73: 2028-2043.
- [6] Green M L, A S Grandison. Secondary (non-enzymatic) phase of rennet coagulation and post-coagulation phenomena. in cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology [M]. P. F. Fox ed. Chapman and Hall, London, UK, 1993. 101-140.
- [7] Johnston K A, F P Dunlap, M F Lawson. Effects of speed and duration of cutting in mechanized Cheddar cheese making on curd particle size and yield [J]. J Dairy Res, 1991, 58: 345-354.
- [8] Kellar B, N F Olson, T Richardson. Mineral retention and rheological properties of Mozzarella cheese made by direct

交联酯化甘薯淀粉特性研究

刘亚伟, 杨 宝, 易智彪, 袁 超
(郑州工程学院粮油食品学院, 河南 郑州 450052)

摘 要: 采用示差扫描量热仪(DSC)、扫描电子显微镜(SEM)和X—射线衍射仪(X—ray)研究了交联酯化甘薯淀粉的特性, 结果表明, 甘薯淀粉经过不同的交联酯化作用后, 其糊化特性、颗粒形态外观特征和X—衍射图谱等发生明显的变化, 并对其变化机理进行了分析。

关键词: 交联甘薯淀粉酯; 特性分析

Study on Cross-Linked Esterification of Sweet Potato Starch

LIU Ya-wei, YANG Bao, YI Zhi-biao, YUAN Chao
(College of Cereals Oil and Food, Zhengzhou Institute of Technology, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: The properties of cross-linked esterification of sweet potato starch were studied with differential scanning calorimetry (DSC), scanning electron micrographs (SEM), and X-ray diffraction. The results showed that the gelatinization characteristic, granular shapes and X-ray diffraction patterns of modified sweet potato starches were clearly different from those of native sweet potato starch. The mechanism of modified granular sweet potato starch conversion was discussed.

Key words: cross-linked sweet potato starch ester; properties

中图分类号 TS235.2

文献标识码 A

文章编号 1002-6630(2004)12-0058-04

综合利用交联和酯化作用优势进行双重变性, 将改善甘薯淀粉的特性, 进一步拓宽淀粉的应用途径。淀粉低度交联后, 糊化温度上升, 糊的稳定性提高, 抗剪切和抗酸能力明显优越于原淀粉。酯化作用使得淀粉分子链接上化学基团, 它改善淀粉链的极性特征, 提高了淀粉的亲水性。所以在糊化时, 水分子

易于进入淀粉分子间, 糊化温度降低。取代基团在提高淀粉亲水性的同时, 也改变了淀粉分子的空间结构, 增加了淀粉链上的枝杈, 从而使淀粉的粘度上升。烯基琥珀酸酐为淀粉接上的强极性的游离羧基基团和强疏水性的烷基基团, 使酯化淀粉具有了作为乳化剂应具有的特征, 能稳定水包油型乳浊液, 提高其乳化特性^[1]。

本文主要讨论采用差示扫描量热仪、扫描电子显微镜、X—射线衍射仪等仪器, 对经环氧氯丙烷或混合酸酐交联后, 再与醋酸酐或辛烯基琥珀酸酐酯化反应生成的双重变性甘薯淀粉的特性进行研究。

收稿日期: 2003-11-03

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(0123011900)

作者简介: 刘亚伟(1960-), 男, 副教授, 硕士, 研究方向为淀粉化学及转化技术。

acidification[J]. J Dairy Sci, 1974, 57: 174-180.

[9] Lagoueyte N, J Lablee, A Lagaude, et al. Temperature affects microstructure of renneted milk gel[J]. J Food Sci, 1994, 59: 956-959.

[10] Mayes J J, B J Sutherland. Coagulum firmness and yield in Cheddar cheese manufacture-the role of the curd firmness instrument in determining cutting time[J]. Aust J Dairy Technol, 1984, 39: 69-73.

[11] M E Johnson, C M Chen, J J Jaeggi. Effect of rennet

coagulation time on composition, yield, and quality of reduced-fat cheddar cheese[J]. J Dairy Sci, 2000, 84: 1027-1033.

[12] Prentic J H, K R Langley, R J Marshall. Cheese rheology, in cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology[M]. P. F. Fox ed. Chapman and Hall, London, UK, 1993. 303-304.

[13] Riddel-Lawrence S, C L Hicks. Effect of curd firmness on stirred curd cheese yield[J]. J Dairy Sci, 1989, 72: 313-321.