DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2019.12.011

不同酪蛋白对块状再制干酪品质的影响

宗学醒,闫清泉,李志国,王乐,李玲玉,边燕飞,刘豪
(内蒙古蒙牛乳业(集团)股份有限公司,内蒙古 呼和浩特 011500)

摘 要:调节不同质量比的酶凝酪蛋白和膜分离酪蛋白,研究酪蛋白种类对块状再制干酪品质的影响。通过测定再制干酪的质构分析(texture profile analysis,TPA)、断裂距离、断裂硬度及感官评价,确定酶凝酪蛋白和膜分离酪蛋白的最佳配比。结果表明:两种酪蛋白对块状再制干酪的质构和感官有显著影响,2种酪蛋白的添加质量比为2∶1时,块状再制干酪品质最佳。

关键词:酶凝酪蛋白;再制干酪;膜分离酪蛋白;质构分析;断裂测试

Effect of Different Casein on Quality of Block Processed Cheese

ZONG Xue-xing, YAN Qing-quan, LI Zhi-guo, WANG Le, LI Ling-yu, BIAN Yan-fei, LIU Hao
(Inner Mongolia Mengniu Dairy Industry (Group) Co., Ltd., Hohhot 011500, Inner Mongolia, China)

Abstract: The influence of the quality of block processed cheese was researched by adjusting different mass rate of rennet casein and Membrane separation casein. The optimum rate of different kind of casein was determined by texture profile analysis(TPA)and fracture distance fracture hardness and sensory evaluation. The result showed that texture and sensory of block processed cheese was significant influenced by different types of casein. The optimum rate of rennet casein and membrane separation was 2∶1.

Key words: rennet casein; processed cheese; Membrane separation casein; texture profile analysis(TPA); fracture test

引文格式:

宗学醒,闫清泉,李志国,等.不同酪蛋白对块状再制干酪品质的影响[J].食品研究与开发,2019,40(12):63-67

ZONG Xuexing, YAN Qingquan, LI Zhiguo, et al. Effect of Different Casein on Quality of Block Processed Cheese[J]. Food Research and Development, 2019, 40(12):63-67

酪蛋白是牛奶中的主要蛋白质,占牛乳蛋白质的80 %左右,是干酪和再制干酪的主要蛋白质[1-2],天然的酪蛋白在牛奶中是以胶束的形式存在,约一万个酪蛋白分子组成酪蛋白球形胶束[3],经过酸促凝乳、酶促

作者简介:宗学醒(1975—),男(汉),高级工程师,硕士研究生,研究方向:乳品加工技术。

[11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局.食品安全国家标准 食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定:GB 5009.33-2016[S].北京:中国标准出版社,2016
[12] 刘晓艳,白卫东.食品中亚硝酸盐的测定方法研究进展[J].农产品加工:2009,13(8): 57-58
[13] Hsu J, Arcot J, Alice Lee N. Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians[J]. Food Chemistry, 2009, 115(1): 334-339
[14] 陈洪伟,曾晓红,罗群,等.蔬菜水果中硝酸盐与亚硝酸盐的测定及其储藏过程中的含量变化[J].广东化工, 2011, 38(5): 203-204
[15] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中污染物限量:GB 2762-2017[S].北京:中国标准出版社,2017
[16] 李晶,牛丽凤,李景辉,等.北方冬贮蔬菜及速冻食品亚硝酸盐含量研究[J].预防医学论坛, 2016,22(1): 64-65
[17] 张遴,姚晓瑜,王昌钊,等.11 种蔬菜中亚硝酸盐含量稳定性研究[J].食品研究与开发,2017,38(9): 188-191
[18] 肖正华,刘元清.蔬菜在冷藏条件下亚硝酸盐含量的变化[J].食品科技,2010,6(7): 24-26

收稿日期:2018-10-08

凝乳和膜分离处理[4]可以得到不同种类的酪蛋白，由于变性程度和方式不一样，使不同酪蛋白具有不同的性质[5-6]，GB 31638-2016《食品安全国家标准 酪蛋白》也按照以上方式将酪蛋白分为 3 类[7]。经过凝乳酶作用的酪蛋白被切断 κ-酪蛋白的 Phe105 和 Met106 之间的肽键，降低了酪蛋白的稳定性，使酪蛋白变性凝聚，改变了酪蛋白的结构，导致再制干酪的结构改变[8-9]。块状再制干酪组织致密，硬度大，有弹性，有良好的塑形性和切片性[10]，因此具有方便携带、方便食用和易掰开的的特点，酪蛋白的种类对奶酪质构和口感具有很大影响。本文主要研究不同种类酪蛋白对块状再制干酪品质的影响，以切达干酪作为酶凝酪蛋白原料，以膜分离酪蛋白作为未经过酶凝变性的酪蛋白原料，通过质构分析（texture profile analysis，TPA）、断裂测试和感官品评确定不同种类酪蛋白的比例对块状再制干酪品质的影响，为工业生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

切达干酪：新西兰恒天然公司；膜分离酪蛋白：戴维琳公司。

1.2 仪器与设备

再制干酪生产线：德国 KS 公司；质构仪：Brookfield CT3。

1.3 试验方法

1.3.1 工艺流程

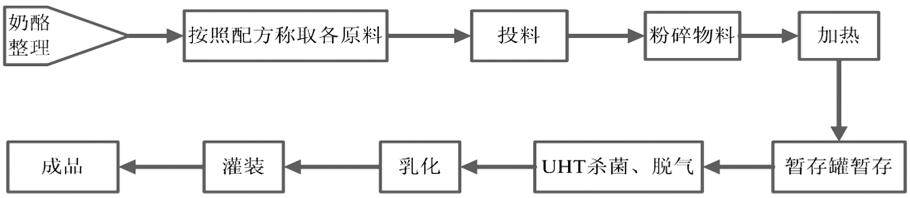


图 1 工艺流程图

Fig.1 Flow chart

操作要点：

1）将大块切达奶酪切成 5 mm×5 mm×5 mm 的小块；

2）称取其他原料，与切达奶酪一起投入熔融锅；

3）开启搅拌将原料粉碎，加热至 90 ℃；

4）将物料经过 135 ℃~145 ℃，4 s~6 s 的超高温瞬时杀菌（ultra high temperature，UHT）处理；

5）杀菌后进行脱气处理，在 85 ℃~90 ℃下乳化 3 min；

6）灌装，包装。

1.3.2 蛋白质配比

以切达干酪作为酶凝酪蛋白来源（蛋白质含量 25 %），膜分离酪蛋白作为未经过酶凝变性的酪蛋白来源（蛋白质含量 88 %），将各组样品按照表 1 的添加量分别配置成两种蛋白质量比为1∶3、1∶2、1∶1、2∶1、3∶1 的样品，pH 值统一调整为 5.50。

表 1 试验设计表

Table 1 Trial design

试验批次	切达干酪/%	膜分离酪蛋白/%	蛋白质含量/%	酶变性:膜分离酪蛋白/(质量比)
1	15	12.8	15	1:3
2	20	11.4	15	1:2
3	30	8.8	15	1:1
4	40	5.7	15	2:1
5	45	4.3	15	3:1

1.3.3 再制奶酪理化指标测定

蛋白质含量采用 GB 5009.5-2016《食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定》[11]。

水分含量采用 GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》[12]。

1.3.4 TPA 质构分析

将样品充分冷藏后，放置在室温 30 min 后进行测定，使用 BOOKFIELD CT3 质构仪测定样品的硬度、粘附性、粘附力、弹性、咀嚼性、胶着性等质构参数。将样品灌装成高度 50 mm、直径 40 mm 的规格，并冷却成型。测定条件为：TA11/100 探头，测试速度 0.5 mm/s、下压距离 4 mm、探头回程速度 1 mm/s、触发力为 1.0 N。记录测定过程中的各个质构参数，每个样品进行 3 次平行试验，计算平均值和方差[13]。

硬度：牙齿间用来压迫样品所需要的力，定义为获得指定的形变所必须的力，第 1 个压缩循环的峰值力。

弹性：当破坏力去掉时，材料回复为其原来状态的速率，在第 1 次咬断末期和第 2 次咬断开始的时间内食物恢复的高度。

粘附性：用来克服食物表面与接触物表面之间的吸引力所做的功，第 1 次咬断的负数区域的面积。

粘附力：探头从样品中拔出所用的力。

胶着性：用来估计半固体食品达到吞咽前所需要的能量。

咀嚼性：咀嚼一个固体食品达到吞咽前的状态所需的力。

1.3.5　断裂测试

将样品成型成 4 cm×3 cm×1 cm 的块，将市售产品同样切割成 4 cm×3 cm×1 cm 的块。

采用质构仪测定样品的硬度和断裂距离，测定仪器是 BOOKFIELD CT3 质构仪，夹具是 TA-TPB，夹具距离：3 cm，压缩目标：15.0 mm，触发点：1.5 g，测试速度：0.5 mm/s，返回速度：0.5 mm/s，数据频率：10 points/s。

断裂测试代表产品的易掰开程度，断裂距离越短，且硬度越小代表越容易掰开。

1.3.6　融化性测定

融化性对于再制干酪在的口感有很重要的影响。融化性测定利用 Olson 的方法[14]，取直径 1.5 cm 长度 2 cm 的样品，放置于试管中间，然后密封，将试管水平放置于 95 ℃水浴中加热，10 min 后取出，测定样品融化后的长度，该长度表示再制干酪的融化性。

1.3.7　块状再制干酪感官评价

对再制干酪进行感官评价，评分标准见表 2 所示。

表 2　感官评价评分标准

Table 2　Standard of sensory evaluation

评价项目	描述	评分标准	权重/%
滋气味	无奶酪特征风味，风味平淡不丰富，或奶酪风味太重，不柔和不能接受	0~40	25
	奶酪特征风味弱，整体风味不够丰富，或奶酪风味重，不柔和不易接受	41~70	
	奶酪风味适中，风味柔和，接受度高	71~100	
硬度	质地硬，咀嚼困难，或质构太软，不需咀嚼	0~40	25
	硬度略高，不易咀嚼，或质地较软，咀嚼性较低	41~70	
	硬度适中，咀嚼舒适	71~100	
黏性	黏度太高，糊口，咀嚼时不易分离，不易下咽	0~40	25
	黏度较高，不够清爽，咀嚼时黏，但可以分离	41~70	
	黏度适中，口感清爽，咀嚼时几乎无不糊口	71~100	
咀嚼感	无咀嚼感，状态塌陷，口感软黏，或胶感太强，需长时间咀嚼才能吞咽	0~40	25
	咀嚼感差，状态不够饱满，口感较软黏，或胶感较强，需较长时间咀嚼才能吞咽	41~70	
	咀嚼感适中，有一定弹性，口感饱满	71~100	

2　结果与讨论

2.1　再制干酪理化指标

分别测定不同种类酪蛋白质量比例下样品的干酪蛋白质、脂肪和水分含量，结果如表 3 所示。

表 3　再制干酪理化指标

Table 3　Physical and chemistry index of processed cheese

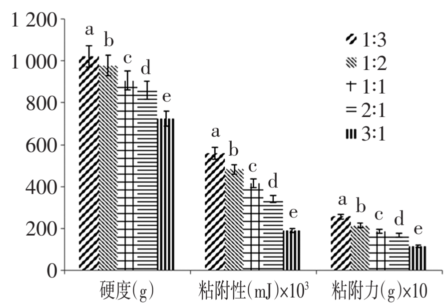
酶变性:膜分离酪蛋白/(质量比)	蛋白质	脂肪	水分
1:3	15.05[a]	20.01[a]	56.12[a]
1:2	15.06[a]	19.96[a]	56.09[a]
1:1	14.98[a]	20.05[a]	56.05[a]
2:1	15.01[a]	20.02[a]	56.11[a]
3:1	14.99[a]	20.01[a]	56.08[a]
理论值	15.00[a]	20.00[a]	56.00[a]

注：a 代表同一指标相互比较在 95 %置信区间的显著性，同一字母代表无显著差异，不同字母代表显著差异（$P<0.05$ 显著）。

由表 3 可以看出，各样品蛋白质、脂肪和水分含量无显著差异，且与理论指标无显著差异。各样品在同一指标水平比较。

2.2　TPA 质构测定

按照 1.3.4TPA 质构分析方法测定不同种类酪蛋白对再制干酪硬度、粘附性和粘附力的影响，结果如图 2 所示。



a，b，c，d，e 代表同一指标相互比较在 95 %置信区间的显著性，同一字母代表无显著差异，不同字母代表显著差异（$P<0.05$ 显著）

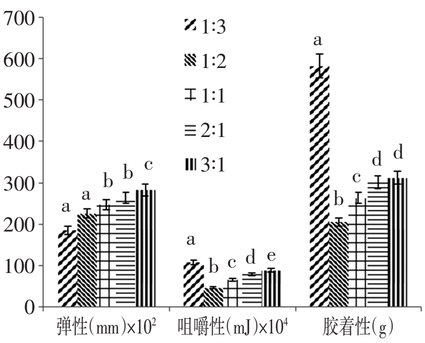
图 2　不同种类酪蛋白对再制干酪 TPA 质构的影响

Fig.2　Influence of different kinds of casein on TPA of processed cheese

由图 2 可知，在蛋白质总量不变的条件下，随着膜分离酪蛋白添加量的降低，块状再制干酪硬度略有降低，这是由于酶凝变性的酪蛋白胶束被切断 κ-酪蛋白尾部的酪蛋白巨肽后，胶束聚集，蛋白颗粒变大，使聚集的颗粒之间空隙变大，内部结构较疏松。而膜分离处理的酪蛋白没有经过酶凝变性，酪蛋白胶束分布均匀致密。随着膜分离酪蛋白添加量的降低粘附性和粘附力也逐渐降低，这是由于酶凝变性使酪蛋白胶束聚

集后更加疏水，而膜分离酪蛋白中酪蛋白结合水能力更强，使结构中有更多结合水导致。

按照 1.3.4TPA 质构分析方法测定不同种类酪蛋白对再制干酪弹性、咀嚼性、胶着性的影响，结果如图 3 所示。



a，b，c，d，e 代表同一指标相互比较在 95 %置信区间的显著性，同一字母代表无显著差异，不同字母代表显著差异（P<0.05 显著）。

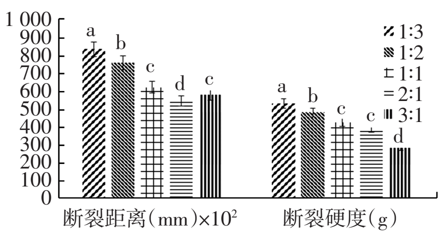
图 3 不同种类酪蛋白对再制干酪 TPA 质构的影响

Fig.3 Influence of different kinds of casein on TPA of processed cheese

由图 3 可知，随着膜分离酪蛋白添加量的降低，弹性逐渐降低，咀嚼性和胶着性先降低在提高，这是由于膜分离酪蛋白添加量高，黏度限制了咀嚼，膜分离酪蛋白添加量最低的梯度，硬度限制了咀嚼。

2.3 断裂测试

按照 1.3.5 断裂测试方法测定不同种类酪蛋白对再制干酪质构的影响，结果如图 4 所示。



a，b，c，d 代表同一指标相互比较在 95 %置信区间的显著性，同一字母代表无显著差异，不同字母代表显著差异（P<0.05 显著）。

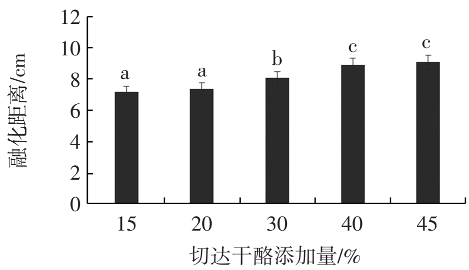
图 4 不同种类酪蛋白对再制干酪断裂测试的影响

Fig.4 Influence of different kinds of casein on fracture test of processed cheese

由图 4 可知，在蛋白质总量不变的条件下，随着膜分离酪蛋白添加量的降低，块状再制干酪的断裂距离先减小后增大，这主要是由于膜分离酪蛋白导致产品黏度高，在探头给样品施加压力后，样品发生形变，高黏度样品不易断裂。在膜分离酪蛋白添加量最小的梯度，产品断裂硬度低，对形变的传递性弱，探头对样品上表面的压力不易传递到整个样品中，导致断裂距离变长。随着膜分离酪蛋白添加量降低，断裂硬度逐渐降低，这与 TPA 质构硬度一样是由于奶酪蛋白发生了酶凝变性，导致硬度降低。根据断裂测试，酶变性与膜分离酪蛋白质量比为 2∶1 时的样品最容易掰开。

2.4 融化测试

按照 1.3.6 的测试方法测试不同种类酪蛋白对再制干酪融化性的影响，结果如图 5 所示。



a，b，c，代表同一指标相互比较在 95 %置信区间的显著性，同一字母代表无显著差异，不同字母代表显著差异（P<0.05 显著）。

图 5 不同种类酪蛋白对再制干酪融化性的影响

Fig.5 Influence of different kinds of casein on meltability of processed cheese

再制干酪的融化性主要取决于酪蛋白胶束之间的相互作用[15]以及乳化结构稳定性。由图 5 可以看出，随着切达干酪添加量的提高，块状再制干酪融化性增加，这主要是由于酶凝酪蛋白的酪蛋白胶束变性聚集，乳化脂肪和水的能力下降，同时每个胶束间的空间增大，酪蛋白胶束结构疏松，使脂肪球更容易流动，在加热后更容易融化，而膜分离酪蛋白属于完整酪蛋白，其蛋白交联结构致密，蛋白壁较厚，且脂肪均匀的分布在酪蛋白网络结构中，产品稳定性好，所以高温不易融化[16]。

2.5 感官评价

不同种类酪蛋白对再制干酪感官品质的影响如表 4 所示。

表 4 感官评定表

Table 4 Sensory evaluation

酶变性:膜分离酪蛋白/(质量比)	项目	感官评分	感官总分
1:3	滋气味	80	61.25
	硬度	70	
	黏性	50	
	咀嚼感	45	
1:2	滋气味	85	71.25
	硬度	80	
	黏性	60	
	咀嚼感	60	

续表 4 感官评定表

Continue table 4 Sensory evaluation

酶变性:膜分离酪蛋白/(质量比)	项目	感官评分	感官总分
1:1	滋气味	92	81.75
	硬度	90	
	黏性	75	
	咀嚼感	70	
2:1	滋气味	95	90
	硬度	85	
	黏性	90	
	咀嚼感	90	
3:1	滋气味	88	88.75
	硬度	80	
	黏性	95	
	咀嚼感	92	

由表 3 可以看出，当酶凝酪蛋白与膜分离酪蛋白质量比为 2∶1 时,产品感官评分最高,在膜分离酪蛋白添加量高时,产品黏度高,糊口不够清爽,咀嚼性差,在膜分离酪蛋白添加量降低时,硬度降低,黏度降低,咀嚼性提高。这与 TPA 质构测试结论吻合。

3 结论

在蛋白质指标一致的条件下,酪蛋白的种类对块状再制干酪有显著影响。随着酶凝变性酪蛋白比例的提高,再制干酪产品硬度降低,黏度降低,断裂距离先降低后提高。根据断裂距离测试,酶凝酪蛋白与膜分离酪蛋白质量比为 2∶1 时断裂距离最短,产品最容易掰开。根据感官评定结果,选择酶凝酪蛋白与膜分离酪蛋白质量比为 2∶1 为最优配比,在该配比下块状再制干酪品质最优。

参考文献:

[1] 刘燕,于景华,李红娟.Mozzarella 干酪流变学特性变化影响因素及机制的探讨[J].中国乳品工业,2017,45(10): 22-25

[2] WALSTRA P, VLIET T. The physical chemistry of curd making[J]. Netherlands Milk and Dairy Journal, 1986,40: 241-259

[3] 朱雄英,甘伯中,丁福军.酶凝干酪素凝胶性研究进展及其在干酪中的应用[J].食品科学,2009,30(21): 424-427

[4] 陈娜,刘显庭,丁庆波.凝乳方式对奶油干酪品质的影响[J].农业工程学报,2013,29(2): 287-291

[5] Lucey J A, Tamehana M, Singh H, et al. Rheological properties of milk gels formed by a combination of rennet and glucono-δ-lactone[J]. Journal of Dairy Research, 2000, 67(3): 415-427

[6] Aichinger P A, Michel M, Servais C, et al. Fermentation of a skim milk concentrate with Streptococcus thermophiles and chymosin: structure, viscoelasticity and syneresis of gels[J].Colloids and Surfaces B-Biointerfaces, 2003,31(14): 243-255

[7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 酪蛋白:GB 31638-2016 [S].北京:中国标准化出版社,2016

[8] 罗洁,任发政,王紫薇,等. 干酪质构与风味控制技术研究进展[J].农业机械学报,2016, 47(1): 191-208

[9] Jacob M, Jaros D, Rohm H. Rennet advances in milk clotting enzymes[J]. International Journal of Dairy Technology, 2011,64(1): 14-33

[10] 邵辉,耿明杰,曹凤云.块状再制干酪配方组成对产品物性的影响[J].中国奶牛,2016,316(8): 55-59

[11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5-2016[S]. 北京:中国标准化出版社,2016

[12] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中水分的测定:GB 5009.3-2016[S].北京:中国标准化出版社,2016

[13] 闫清泉,宗学醒,李志国,等.酪蛋白和乳清蛋白比例对新鲜干酪品质的影响[J].食品科技,2015,40(9): 22-25

[14] Olson N F, Price W V. A melting test for pasteurized process cheese spreads[J]. Journal of Dairy Science, 1958, 41(7): 999-1000

[15] 罗洁,王芳,任发政,等.乳化盐对 mozzarella 干酪功能性的影响[J].农业机械学报, 2011, 42(8): 138-142

[16] 武晗.影响涂抹型再制干酪物性的因素分析及新产品的开发[D].哈尔滨:东北农业大学, 2007

收稿日期:2018-10-10