

## 添加大豆蛋白对乳清干酪产品品质的影响

齐海萍,王丽琴,胡文忠,姜爱丽,田密霞

(大连民族学院 生物资源与开发利用教育部国家民委重点实验室,辽宁 大连 116600)

**摘 要:**向乳清中分别添加 0.2%、0.3%、0.4%、0.5% 和 0.6% 大豆蛋白,研究了大豆蛋白添加量对乳清干酪产品品质的影响。结果表明:添加大豆蛋白可以提高乳清干酪的硬度、弹性、胶着性和咀嚼性,改善乳清干酪的质构特性。当大豆蛋白添加量为 0.3% (w/w) 时,乳清干酪产品品质最佳。

**关键词:**乳清干酪;质构;产率;大豆蛋白

**中图分类号:**TS214.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-9841(2011)02-0306-04

## Effect of Soybean Protein Powder on Yield and Quality of Whey Cheese

QI Hai-ping, WANG Li-qin, HU Wen-zhong, JIANG Ai-li, TIAN Mi-xia

(Education Department and National Nationality Key Lab, Dalian Nationalities University, Dalian 116600, Liaoning, China)

**Abstract:** The effects of 0.2%, 0.3%, 0.4%, 0.5% and 0.6% addition of soybean protein on the yield and quality of whey cheese have been evaluated. The results showed that the addition of soybean protein powder could improve the texture properties including the hardness, springiness, gumminess and chewiness. The additional level at 0.3% (w/w) was the best.

**Key words:** Whey cheese; Texture properties; Yield; Soybean protein

乳清(whey)是乳经酸凝乳或凝乳酶凝固后剩余的液态部分,是干酪和干酪素生产的副产物,呈黄绿色<sup>[1]</sup>。据报道,按生产 1 t 干酪排放 9 t 乳清计等,每年世界上有上亿吨的乳清等待利用和处理<sup>[2]</sup>。乳清中含有丰富的营养物质,干酪生产中 55% 的营养成分被留在乳清中,其中干物质含量占 6%~7%、粗蛋白约 1%、粗脂肪 0.3%~0.4%、总糖 3%~5%,此外还含有多种矿物质元素和可溶性维生素<sup>[3-4]</sup>。乳清蛋白中, $\beta$ -乳球蛋白约占 48%, $\alpha$ -乳白蛋白约占 19%,牛乳血清白蛋白占 5%,免疫球蛋白占 8%,其它组分为乳铁蛋白、乳过氧化酶、生长因子和许多生物活性因子及酶。研究证明这些物质均具有一定的生物活性,其中增强免疫力、促进双歧杆菌生长、降低癌症发病率等功能现已证实<sup>[5-6]</sup>。

对乳清进行深加工能充分利用干酪副产品来满足人们的消费需求。现通过向乳清中添加大豆蛋白制备乳清干酪,探讨不同大豆蛋白的添加量对乳清干酪产品品质的影响,旨在为乳清产品进一步开发利用提供理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 原料与试剂

乳清浓缩蛋白粉(WPC-80):蛋白质质量分数为 80.5%,产地新西兰;大豆蛋白购自大连金州食品添加剂公司。所用化学试剂均为分析纯。

#### 1.2 仪器设备

电子天平,梅特勒-托利多仪器有限公司(上海);电热恒温水浴 HG202-5,上海衡平仪器仪表厂;电热恒温鼓风干燥箱,海精宏实验设备有限公司;质构仪,TA.XT Plus。

#### 1.3 试验方法

1.3.1 乳清干酪制备 参照闫文杰等<sup>[7]</sup>的方法,取 2 000 g 乳清,向其中加入一定量的大豆蛋白,均匀混合后用 50% 碱液将料液初始酸度中性化,于 90℃ 水浴中加热 30 min,然后用 50% 柠檬酸溶液将料液酸化至凝块出现,等待凝块稳定后于 0~4℃ 排浆液,最后挤压得到乳清干酪。

乳清干酪产率计算公式为:产率(%)=(干酪

收稿日期:2010-12-22

第一作者简介:齐海萍(1973-),女,博士,讲师。研究方向为食品生物技术。E-mail:qhp8@sina.com。

通讯作者:胡文忠(1959-),男,教授,博士,研究方向为食品工程。E-mail:hwz@dlnu.edu.cn。

质量/混合原料质量) × 100

1.3.2 水分含量的测定 水分含量的测定采用常压干燥法。称取 3.0 g 干酪样品于干燥皿中,置于 105℃ 的烘箱中干燥至恒质量,称量。计算公式:水分(%) =  $(W_1 - W_2)/W \times 100$ ,式中:  $W_1$  为干燥皿与样品的总质量, g;  $W_2$  为干燥后干燥皿与样品总质量, g;  $W$  为样品质量, g。

1.3.3 持水能力 (WHC) 的测定 称取新鲜干酪 3.0 g 于 10 mL 的离心管中称总质量,然后在 4 500  $r \cdot \min^{-1}$  条件下离心 15 min,静止 10 min 后,除去上清液,称质量,计算渗出物的质量  $E$ 。计算公式:  $WHC = (M_1 \times m_0 - M_2)/M_1 \times m_0$ ,式中:  $M_1$  为干酪的质量;  $m_0$  为干酪的水分含量;  $M_2$  为离心后渗出物的质量。

1.3.4 色泽 样品恒温至室温后,用打浆机打匀后取样,采用色差计测定其亮度值 ( $L^*$ ),红度值 ( $a^*$ ) 和黄度值 ( $b^*$ )。

1.3.5 质构测定 参照杨宇等<sup>[8]</sup>的质构测定方法:样品室温下放置 2 h 以上,待其温度与室温平衡后再取样进行测定,采用两次压缩法测定样品的硬度、内聚性、胶粘性、咀嚼性和弹性。测定条件:测试前速度 2  $mm \cdot s^{-1}$ ,测试速度 0.5  $mm \cdot s^{-1}$ ,测试后速度 2  $mm \cdot s^{-1}$ ,下压距离 10 mm,间隔时间 10 s,感应力 1.0 g,探头型号 P0.5。

## 2 结果与分析

### 2.1 大豆蛋白粉添加量对干酪产率的影响

干酪的产率是衡量干酪的重要指标之一,研究了不同大豆蛋白粉添加量对干酪产率的影响(图 1)。大豆蛋白粉添加量在 2%~6% 时,干酪产率呈先升高后降低的变化趋势,其中添加量为 4% 时,干酪产率高达 74.4%。

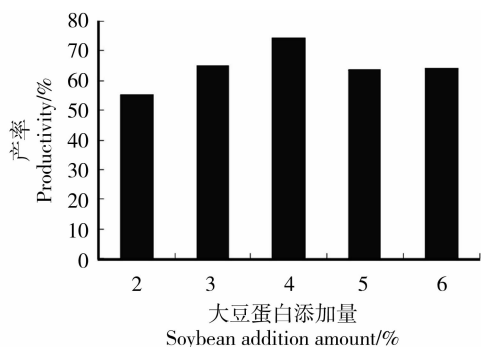


图 1 大豆蛋白添加量对乳清干酪产率的影响

Fig. 1 Effect of soybean protein addition on productivity of whey cheese

### 2.2 大豆蛋白粉添加量对新鲜干酪含水量和持水性的影响

不同大豆蛋白粉添加量所制得乳清干酪的水分含量变化不大,但随着大豆蛋白粉添加量的逐渐增加,新鲜干酪的持水能力逐渐下降,当大豆蛋白粉添加量在 2% 时干酪的持水能力最强(图 2)。

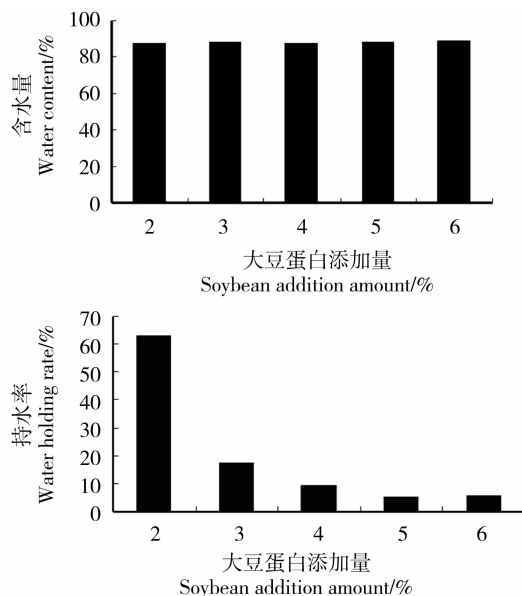


图 2 大豆蛋白添加量对乳清干酪的含水量和持水率的影响

Fig. 2 Effect of soybean protein addition on water content and water binding level of whey cheese

### 2.3 大豆蛋白粉添加量对干酪质构的影响

新鲜干酪的质构对于其品质以及消费者的可接受性方面具有重要的决定作用。质构特性如硬度、弹性、胶着性、咀嚼性等是表征干酪质地的重要参数,添加大豆蛋白粉对干酪的质构特性影响较大。如图 3 所示,硬度、弹性、胶着性、咀嚼性在大豆蛋白粉添加量为 3% 的范围内随着大豆蛋白粉添加量的增加而增加;当大豆蛋白粉添加量超过 4% 时,硬度、弹性、胶着性和咀嚼性降低。

### 2.4 大豆蛋白粉添加量对干酪色泽的影响

色泽是影响消费者的第一感官印象,试验考察了大豆蛋白粉对干酪色泽的影响。由表 1 可知,大豆蛋白粉对于干酪色泽具有一定的影响。乳清干酪的亮度值较高,不同干酪的亮度值  $L^*$  基本上都在 80 左右浮动。添加大豆蛋白粉会使干酪的红度值  $a^*$  下降,且其下降趋势以 0.2% 的添加量为界,分为 2 个区段。同时,添加大豆蛋白粉可以显著提高干酪的黄度值  $b^*$ ,随着大豆蛋白粉添加量的上升,干酪的  $b^*$  逐渐下降,当添加量超过 0.3% 后,下降趋势趋于平缓。

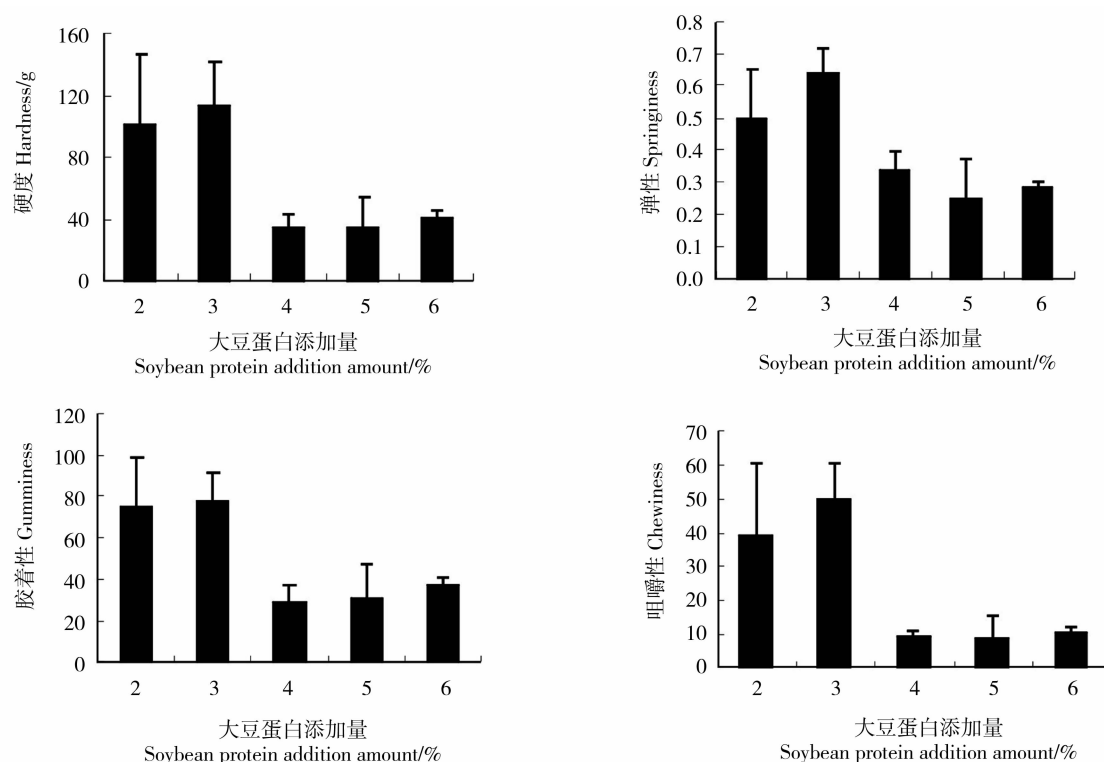


图3 大豆蛋白添加量对乳清干酪质构特性的影响

Fig. 3 Effect of soybean protein addition on texture properties of whey cheese

表1 大豆蛋白添加量对乳清干酪色泽的影响  
Table 1 Effect of soybean protein addition on the color of whey cheese

大豆蛋白添加量 Soybean protein addition/%	L*	a*	b*
0.2	84.06 ± 0.754	-1.753 ± 0.083	9.06 ± 0.125
0.3	80.83 ± 0.352	-2.377 ± 0.090	7.92 ± 0.122
0.4	80.46 ± 0.652	-2.537 ± 0.051	6.87 ± 0.187
0.5	80.66 ± 0.790	-2.477 ± 0.306	8.00 ± 0.953
0.6	81.34 ± 0.377	-2.177 ± 0.709	8.12 ± 0.127

### 3 讨论

乳清蛋白在水中不易溶解,其天然构象很难结合大量的水<sup>[7]</sup>。经热处理后,乳清蛋白肽链展开,与原料乳中的蛋白质尤其是酪蛋白可以形成良好的蛋白质框架,暴露大量的亲水基团,结合大量的水,从而具有较高的持水能力<sup>[8]</sup>。但是当大豆蛋白粉的添加量超过3%时,改变了大豆蛋白与乳清蛋白的最佳比例,破坏了乳清干酪蛋白的结构框架,致使新鲜干酪的持水能力显著下降。

乳清干酪的制作过程是酸和热诱导乳清蛋白凝胶形成的过程。在酸诱导乳清蛋白凝胶形成过程中,热诱导促使乳清蛋白变性,使分子内部的一些疏水性基团或区域暴露于分子表面,而在酸化过

程中,当pH值接近乳清蛋白等电点时,由于蛋白质分子所带静电量减小,使蛋白质分子间的静电排斥力达到最小值,进而蛋白质分子彼此靠近,这样变性的乳清蛋白凝聚物通过物理作用力形成最初的酸诱导蛋白网络结构。而后,暴露于蛋白表面的巯基通过自身氧化或者巯基-二硫键之间的转化作用(后者占主导),在蛋白质分子之间形成二硫键,进而通过分子间的交联作用形成稳定的乳清蛋白凝胶<sup>[11]</sup>。Alting等<sup>[12]</sup>证实酸诱导凝胶的硬度是由巯基基团数量而不是凝聚物的大小或其它结构特性来决定的。凝胶的硬度与蛋白的浓度不呈线性关系,在较低的蛋白浓度范围内,随着蛋白浓度的增长,凝胶硬度增长较为缓慢;而在相对较高的蛋白浓度范围内,凝胶硬度则增长较快<sup>[13]</sup>。该研究在添加大豆蛋白粉制作乳清干酪时,提高了干酪的硬度、弹性、胶着性和咀嚼性,改善其感官品质,当大豆蛋白粉的添加量为3%时效果最佳。

### 参考文献

- [1] 张和平. 利用乳清生产干酪-乳清干酪[J]. 食品工业, 1995(2): 37-39. (Zhang H P. Cheese production by whey-whey cheese [J]. Food Industry. 1995(2): 37-39.)
- [2] 马俪珍, 蒋福虎, 刘会平, 等. 混合型干酪研究现状及其副产品乳清的利用[J]. 中国乳业, 2001(8): 16-19. (Ma L Z, Jiang F H, Liu H P, et al. Study status of mixed cheese and utilization of

- byproducts whey[J]. China Dairy Industry, 2001(8):16-19.)
- [3] 江家琴,李克杰. 乳清酿酒的研究[J]. 中国乳品工业, 1992, 20(6):243-245. (Jiang J Q, Li K J. Study on whey wine-making [J]. China Dairy Industry, 1992, 20(6):243-245.)
- [4] 张敬荣. 乳清的开发和利用[J]. 中国乳品工业, 1996, 24(6):38-40. (Zhang J R. Development and utilization of whey [J]. China Dairy Industry, 1996, 24(6):38-40.)
- [5] Lagrange V. 乳清蛋白及其新组分的性质、功能和新用途[J]. 中国乳品工业, 1999, 27(2):24-27. (Lagrange V. Properties, function and new utilization of whey protein [J]. China Dairy Industry, 1999, 27(2):24-27.)
- [6] 郭本恒,孔保华. 保健与功能食品[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社, 1996. (Guo B H, Kong B H. Health and function food [M]. Harbin: Heilongjiang Science & Technology Press, 1996.)
- [7] 闫文杰,崔建云,任发政. 乳清干酪的研制[J]. 中国酿造, 2010(9):173-174. (Yan W J, Cui J Y, Ren F Z. Preparation of whey cheese [J]. China Brewing, 2010(9):173-174.)
- [8] 杨宇,张秀玲. 水分对涂抹型再制干酪的影响[J]. 食品工业科技, 2010, 31(6):115-117. (Yang Y, Zhang X L. Effect of watercontent on processed cheese spreads [J]. Science and Technology of Food Industry, 2010, 31(6):115-117.)
- [9] Guinee T P, Pudja P D, Reville W J, et al. Composition, microstructure and maturation of semi-hard cheeses from high protein ultrafiltered milk retentates with different levels of denatured whey protein [J]. International Dairy Journal, 1995, 6:543-568.
- [10] Guinee T P, O'Kennedy B T, Kelly P M. Effect of milk protein standardization using different methods on the composition and yields of cheddar cheese [J]. Journal of Dairy Science, 2006, 89:468-482.
- [11] 张久龙,孟祥晨,桂仕林. 乳清蛋白冷凝胶形成机理的研究进展[J]. 食品科学, 2008, 29(10):641-644. (Zhang J L, Meng X C, Gui S L. Advance in formation mechanism of cold-set gel of whey protein [J]. Food Science, 2008, 29(10):641-644.)
- [12] Altling A C, Hamer R J, de Kruif C G, et al. Number of thiol groups rather than the size of the aggregates determines the hardness of cold set whey protein gels [J]. Food Hydrocolloids, 2003, 17(4):469-479.
- [13] Bryant C M, McClements D J. Influence of NaCl and CaCl<sub>2</sub> on cold-set gelation of heat-denatured whey protein [J]. Journal of Food Science, 2000, 65:801-804.

## 全国大豆遗传转化技术研讨会在哈尔滨召开

2011年3月15~17日,由中国作物学会大豆专业委员会、国家大豆改良中心主办,东北农业大学承办的“全国大豆遗传转化技术研讨会”在哈尔滨天鹅饭店隆重召开。会议由中国大豆专业委员会副会长、中国农业科学院邱丽娟研究员主持开幕式。中国作物学会大豆专业委员会理事长盖钧镒院士,黑龙江省农业委员会主任王忠林,东北农业大学党委书记、校长徐梅出席大会并讲话。来自全国18个省、市和自治区的56家科研单位、高等院校、大豆协会及相关企业从事大豆遗传育种、生物技术等工作的专家学者,大豆产业技术体系相关岗位专家和综合试验站站长等约300人参加了会议。

近十年来,转基因大豆已成为世界上种植面积最大、种植区域最广的转基因作物。然而,作为世界上最大的大豆进口国,我国的大豆转基因育种工作尚处于起步阶段,现有遗传转化体系仍然存在一些突出问题,成为大豆转基因育种研究的主要瓶颈。此次会议正是以解决当前我国大豆生物育种中遗传转化方面所面临的问题为主要议题。南京农业大学盖均镒院士、中国农业科学院张锐研究员、美国CERES公司吴传银、中国种业集团章旺根、华中农业大学林拥军教授、中国农业大学刘庆昌教授等34位专家和相关领域科研工作者就大豆再生体系,大豆遗传转化方法中的外植体选择,遗传转化方法以及大豆叶绿体转基因技术等方面做了学术报告,各与会代表就转基因大豆的发展动态、大豆遗传转化技术优化、转基因技术在大豆品种改良中的应用等内容进行了充分交流和热烈讨论。

会议期间,恰逢我国大豆界泰斗、东北农业大学终身教授、《大豆科学》原主编王金陵先生九十五华诞,从事大豆科研及相关领域的专家、学者包括王先生的弟子们齐聚一堂,为王老举行生日庆典。

(本刊编辑 孙明明)