

牛初乳IGF-I在常用乳品加工条件下的 稳定性研究

云振宇^{1,2}, 蔡晓湛³, 王安平⁴, 张列兵⁵, 张和平^{2,*}

(1.中国标准化研究院食品与农业标准化研究所,北京 100088;2.内蒙古农业大学乳品生物技术与工程教育部重点实验室,内蒙古呼和浩特 010018;3.内蒙古商贸职业技术学院工程系,内蒙古呼和浩特 010018;4.内蒙古蒙牛乳业集团有限公司技术中心,内蒙古呼和浩特 010018;5.中国农业大学食品科学与营养工程学院,北京 100094)

摘要:目的:探讨常用乳品加工条件对牛初乳 IGF-I 的稳定性影响。方法:采用加热、调整 pH、均质以及乳酸菌发酵等常用的乳品生产加工单元操作处理牛初乳 IGF-I,并检测处理前后 IGF-I 的含量变化。结果:常用的 LTLT(65℃ 30min 或 72℃ 20s)或 HTST(80℃ 15s)等巴氏杀菌条件对 bc-IGF-I 的含量影响不大,但随着温度的升高和时间的延长,IGF-I 含量逐渐降低;37℃、30min 条件下, pH 在 2~7 的范围内时,IGF-I 的保留率较高;当 pH 在 8~12 的范围内时,保留率明显下降;55℃、10~20MPa 的均质条件对牛初乳 IGF-I 的含量几乎无影响;酸乳发酵和储存过程对牛初乳 IGF-I 的含量有一定影响,6h 发酵结束时保留率平均为 70.61%,4℃ 储存 20d 后保留率平均为 45.99%。结论:常用的 LTLT 或 HTST 巴氏杀菌、均质、调酸对牛初乳 IGF-I 的含量影响不大,但乳酸菌发酵造成含量明显损失。

关键词:牛初乳 IGF-I,热稳定性,pH 稳定性,均质稳定性,发酵稳定性

Study on stability of bovine colostrums insulin-like growth factor-I under normal dairy processing conditions

YUN Zhen-yu^{1,2}, CAI Xiao-zhan³, WANG An-ping⁴, ZHANG Lie-bing⁵, ZHANG He-ping^{2,*}

1. Institute of Food and Agriculture Standardization, China National Institute of Standardization, Beijing 100088, China;
2. Key Lab of Dairy Biotechnology and Bioengineer of Education Ministry of P.R China, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China;
3. Department of Engineering, Inner Mongolia Vocational College of Commerce, Huhhot 010018, China;
4. Technology Center of Inner Mongolia Meng Niu Dairy Group, Huhhot 010018, China;
5. Department of Food Science and Nutrition Engineering, China Agricultural University, Beijing 100094, China)

Abstract: Objective: to study the effect of normal dairy processing conditions on the stability of bovine insulin-like growth factor-I. Methods: using the unit process of heating, adjusting pH, homogenizing and fermenting to treat insulin-like growth factor-I and detecting the activity variance. Result: thermal stability of bc-IGF-I in ultra high temperature(UHT) milk showed that normal LTLT(65℃ 30min or 72℃ 20s) and HTST(80℃ 15s) pasteurizations had little effect on stability of IGF-I in milk, but the thermal stability of bc-IGF-I gradually decreased with the prolonged time and increased temperature. The activity rate of bc-IGF-I were relatively higher at pH 2~7 than at pH 8~12. The homogenization process had no significant effect on stability of IGF-I at 55℃, 10~20MPa. Yogurt fermentation and storage impacted the stability of IGF-I, the activity rate of bc-IGF-I was 70.61% at the end of fermentation at 6h and 45.99% during storage at 4℃ for 20d. Conclusion: normal LTLT or HTST pasteurization, adjusting acid, and homogenization had little effect on the activity of IGF-I, but fermentation caused obvious loss.

Key words: bovine colostrums insulin-like growth factor-I; thermal stability; pH stability; homogenization stability; fermentation stability

中图分类号: TS201.2⁺1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2009)01-0072-04

收稿日期: 2008-05-29 * 通讯联系人

作者简介: 云振宇(1978-), 男, 助理研究员, 从事食品质量安全领域的标准化研究工作。

基金项目: 国家自然科学基金(30571313)资助项目。

大量研究和临床实验表明,牛初乳具有促进骨骼发育、平衡血糖,增强机体免疫力等功效^[1~3],而牛初乳中的类胰岛素生长因子-I(insulin-like growth factor-I, IGF-I)则被认为是牛初乳发挥这些生理功效的主要含量因子^[4~6]。近年来,越来越多的乳品科

研人员已开始应用牛初乳 IGF-I 开发新型的具有保健功能的乳制品,如蒙牛公司研制并上市销售的蒙牛特仑苏 OMP 牛奶。因此,了解和弄清常用的乳品生产加工条件对牛初乳 IGF-I 含量的影响,对牛初乳 IGF-I 在乳品中的进一步应用具有非常重要的现实意义。本实验研究加热杀菌、调整 pH、均质以及乳酸菌发酵对牛初乳 IGF-I 的含量影响,以期为牛初乳 IGF-I 的开发应用提供新的实验依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

牛初乳 IGF-I 分离物、初乳乳清粉 由教育部乳品生物技术与工程重点实验室提供;IGF-I 放射免疫测定试剂盒 法国 CIS 国际生物有限公司。

1.2 实验方法

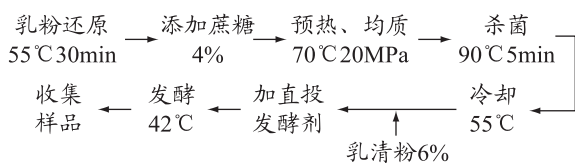
1.2.1 牛初乳 IGF-I 的热稳定性 将一定量的 IGF-I 溶于 pH6.64 的市售 UHT 乳中,将配好的含有 IGF-I 的牛乳 500 μ L 加入薄壁玻璃试管中(0.6mm, 40 $\times$ 8mm),覆盖上封口膜。将试管置于水浴锅中加热,温度分别为 65、72、80、90 $^{\circ}$ C。加热不同时间后,取出试管并立即置于冰浴中冷却,然后测定 IGF-I 的含量。

1.2.2 牛初乳 IGF-I 的 pH 稳定性 用 10mol/L NaOH 将 pH7,0.05mol/L 的磷酸缓冲液(PBS)的 pH 分别调为 2、3、4、5、6、8、9、10、11。将一定量分离的 IGF-I 溶于这些缓冲液中,37 $^{\circ}$ C 静置 30min 后,测定 IGF-I 的含量,计算保留率。

1.2.3 牛初乳 IGF-I 的均质稳定性 将一定量的 IGF-I 溶于 pH6.64 的市售 UHT 乳中,将配好的含有 IGF-I 的牛乳预热到 55 $^{\circ}$ C 后进行均质处理(申鹿 SLS3500-40 型均质机),均质压力分别为 10、15、20MPa,均质后立即置于冰浴中冷却,然后测定均质前后牛乳中 IGF-I 的含量。

1.2.4 牛初乳 IGF-I 的发酵稳定性 将一定量的初乳乳清粉加入到酸奶生产配料中,进行常规乳酸菌发酵,菌种为商业直投发酵剂(YC-X11,CHR HANSEN),观察乳酸菌发酵对 IGF-I 含量的影响。分别于发酵起始(0h)、1、3、6h、4 $^{\circ}$ C 储存 1、4、11、20d 收集酸奶样品,测定 IGF-I 含量,同时测定样品 pH。酸奶生产配方为:全脂乳粉 6%,初乳乳清粉 6%,蔗糖 4%,水 84%。

工艺流程如下:



1.2.5 牛初乳 IGF-I 的含量测定 采用 IGF-I 双抗体夹心放射免疫测定试剂盒(125 I 标记,法国 CIS 国际生物有限公司),操作步骤严格按试剂盒说明进行,放射含量用 γ -计数器(YC-911 型,中国同位素公司)计数,计数时间 60s。

2 结果与分析

2.1 牛初乳 IGF-I 的热稳定性

IGF-I 在 UHT 乳中的起始浓度为 61.091ng/mL,在加入 IGF-I 之前,UHT 乳中没有检测到 IGF-I 的存在。不同加热温度下,IGF-I 的变性率随时间的变化关系见图 1。

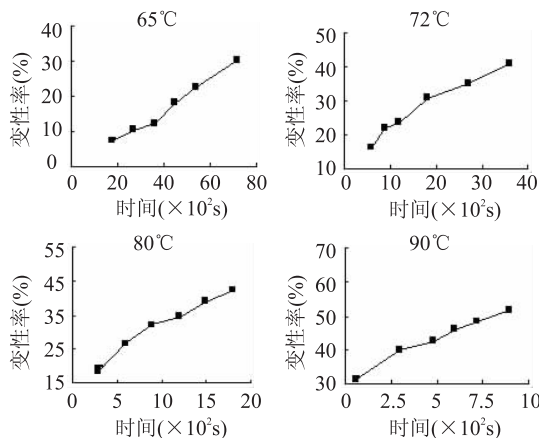


图1 IGF-I的变性率变化曲线

从图1中可以看到,在同一加热温度下,IGF-I 的浓度随时间的延长而下降,相对应的变性率也逐渐上升。在同一加热时间下,IGF-I 的变性率随加热温度的上升而增大。一些常用的杀菌条件,如 LTLT (65 $^{\circ}$ C 30min 或 72 $^{\circ}$ C 20s) 或 HTST (80 $^{\circ}$ C 15s) 等对 IGF-I 的含量影响不大,而经过 90 $^{\circ}$ C 5min 的加热(酸奶生产常用杀菌条件),IGF-I 仍可保留近 60% 的含量。

2.2 牛初乳 IGF-I 的 pH 稳定性

IGF-I 在不同 pH 下的浓度变化曲线见图 2。

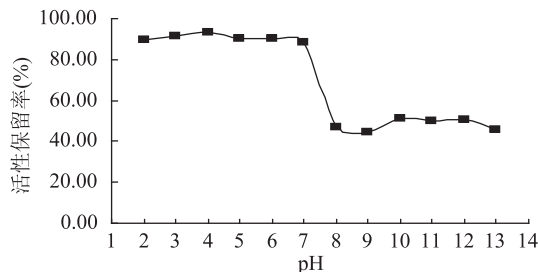


图2 不同 pH 下 IGF-I 的保留率变化曲线

由图2可知,在 pH2~7 的范围内,IGF-I 的含量基本保持不变,说明 IGF-I 在酸性和中性 pH 范围内稳定性较好;但是当 pH 上升到 8 或 9 时,IGF-I 的含量急剧下降,保留率由 90% 左右下降到 45% 左右,这可能是由于接近 IGF-I 的等电点(8.2)而造成的^[7];当 pH 继续上升到 10 以上时,其保留率稍有些提高,达到 50% 左右,但在 pH 为 13 时,再次下降。总体来看,IGF-I 对酸性和中性 pH 耐受性强,含量较高,但碱性环境能明显降低其含量。

2.3 牛初乳 IGF-I 的均质稳定性

均质过程对牛初乳 IGF-I 的稳定性影响见表 1。

均质前,IGF-I 含量为 685.84 $\pm$ 28.30ng/mL,从表 1 可知,在 10、15、20MPa 下均质后,保留率均在 98% 以上,因此可以看出均质过程对牛初乳 IGF-I 的含量几乎无影响。

2.4 牛初乳 IGF-I 的发酵稳定性

乳酸菌发酵对牛初乳 IGF-I 的稳定性影响见

表1 均质后 IGF-I 的保留率($n=6, \bar{x} \pm S$)

均质压力(MPa)	10	15	20
IGF-I 含量(ng/mL)	676.72 $\pm$ 48.56	679.19 $\pm$ 23.06	673.54 $\pm$ 33.74
保留率(%)	98.67	99.03	98.21

图3。

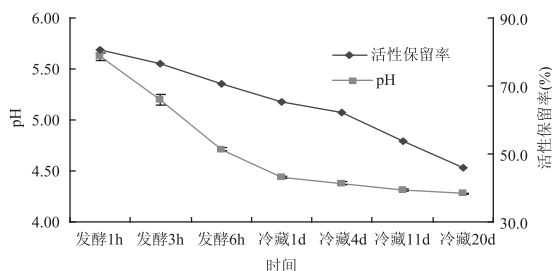


图3 乳酸菌发酵后 IGF-I 的 pH 和保留率变化

从图3可知,IGF-I在乳酸菌发酵过程中,浓度和保留率直线下降,且下降幅度较大。6h发酵结束时,保留率为70.61%,下降近30%;而后在4℃储存的20d内,保留率逐渐下降到45.99%,下降近54%。

从图3中可以看到,在最初的发酵过程中,发酵乳的pH呈显著下降趋势,由最初的5.62左右下降到4.71;而后在4℃储存过程中,乳酸菌的含量受到了抑制,pH下降非常缓慢,但是IGF-I的含量仍然直线减少。从IGF-I的pH稳定性结果可以看到,pH在4~6的范围内对IGF-I的含量影响不大,因此发酵乳中IGF-I含量减少的原因一方面可能因为乳酸菌将IGF-I作为繁殖所需的氮源而利用;另一方面可能是乳酸菌代谢产生的一些蛋白酶将IGF-I分解。

从本研究的结果可以看出,乳酸菌发酵虽然对IGF-I的含量有一些影响,但是从发酵到20d储存,IGF-I仍然保留了46%的含量,说明发酵乳可以成为IGF-I的一种有效的应用载体。

3 讨论

国内外关于牛初乳IGF-I的热稳定性研究非常有限,仅有个别报道,但都限于在单一的温度-时间组合条件下。Collier报道对牛乳进行75℃,45s的巴氏杀菌并不改变牛乳中IGF-I的浓度,而121℃,5min处理后则完全检测不到IGF-I的存在^[8]。Donovan等在对人乳的研究中发现56℃,30min热处理对IGF-I无影响^[9]。Elfstrand等报道牛初乳乳清生产加工过程中的热处理(60℃,45min)基本上不影响IGF-I的含量^[10]。Kang等运用板式换热器对原料乳进行75℃或85℃,15min的热处理,造成IGF-I浓度下降45%左右^[11]。这些结果与本研究实验结论基本相同。

牛初乳IGF-I的pH稳定性与国内贾建波等人的报道基本一致^[12]。在pH2~7的范围内稳定性较强,IGF-I含量基本保持不变,而当pH≥8时,含量急剧下降。

本研究得出的牛初乳IGF-I的发酵稳定性与Kang等的报道不一致^[11]。本实验结论认为发酵过程对IGF-I的含量影响较小,结束时保留率为70.61%,4℃储存的20d内保留率下降较大,但仍可

达45.99%;而Kang的研究结果则表明,发酵过程对IGF-I的含量影响较大,结束时保留率仅为25%,而在4℃储存的18d内保留率基本维持在20%左右。究其原因可能与选用的发酵剂菌种不同有关。不同的乳酸菌种对环境中的氮源物质,如蛋白、肽类(如IGF-I)、氨基酸等物质利用程度不同,同时不同的菌种所分泌的胞外蛋白酶量多少也不同,因而可能造成结果出现差异。

4 结论

常用的LTLT或HTST巴氏杀菌对bc-IGF-I的含量影响不大,但随温度的升高和时间的延长,IGF-I含量逐渐降低。bc-IGF-I在酸性和中性pH条件下稳定性强,含量较高,但碱性环境能明显降低其含量。55℃,10~20MPa的均质条件对牛初乳IGF-I的含量几乎无影响。乳酸菌发酵以及后继储存过程对IGF-I的含量有明显影响。

参考文献:

- [1] Ohlsson C, Sjogren K, Jansson J O, Isaksson O G. The relative importance of endocrine versus autocrine/paracrine insulin-like growth factor-I in the regulation of body growth[J]. *Pediatr Nephrol*, 2000, 14: 541~543.
- [2] 陆东林, 张丹凤主编. 奶牛初乳及其保健功能研究[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2001. 40~42.
- [3] 丁红, 张月明, 张丹凤, 等. 牛初乳粉预防大鼠高血糖的实验研究[J]. *营养学报*, 2004, 26(2): 148~151.
- [4] Honegger A, Humbel R E. Insulin-like growth factors I and II in fetal and adult bovine serum—Purification, primary structures and immunological cross-reactivities[J]. *J Biol Chem*, 1986, 261: 569~575.
- [5] Rosen Bloom A L. IGF-I treatment of diabetes[J]. *Pediatric Diabetes*, 2001(2): 123~130.
- [6] Kolaczynski J W, Caro J F. Insulin-like Growth Factor-I Therapy in Diabetes—Physiologic Basis, Clinical Benefits and Risks[J]. *Ann Intern Med*, 1994, 120: 47~55.
- [7] Svoboda M E, Van J J, Klapper D G, Fellows R E, Grissom F E, Schlueter R J. Purification of Somatomedin-C from human plasma: Chemical and Biological properties, partial sequence analysis and relationship to other somatomedins[J]. *Biochem*, 1980, 19: 790~797.
- [8] Robert J, Collier, Miller M A, Hildebrandt J R, et al. Factors affecting insulin-like growth factor-I concentration in bovine milk[J]. *Dairy Science*, 1991, 74: 2905~2911.
- [9] Donovan S M, Hintz R L, Wilson D M, Rosenfeld R G. Insulin-like growth factor-I and II and their binding proteins in rat milk[J]. *Pediatrics Research*, 1991, 29: 50~55.
- [10] Elfstrand L, Månsson H L, Paulsson M, Nyberg L, Åkesson B. Immunoglobulins, growth factors and growth hormone in bovine

(下转第78页)

由图3、图4可知,自制淀粉质沙拉酱和市售传统沙拉酱产品都有两个相似的粒径分布峰。但是从图中可以看出,自制淀粉质沙拉酱的粒径分布范围均比市售传统产品向后移,这与产品性质和产品的加工工序有关。因此自制产品和市售传统产品的形态稳定性还有一定差距。由于本自制产品没有经过均质等程序,这也可能是造成该结果的重要原因之一。

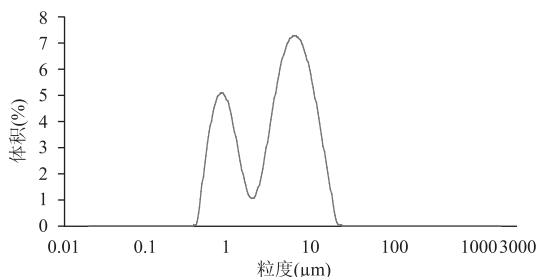


图3 淀粉质沙拉酱样品的粒径分布

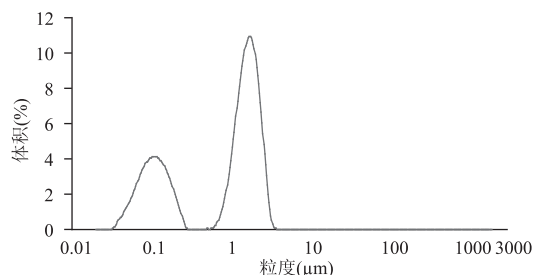


图4 市售传统沙拉酱产品的粒径分布

3 结论

本文通过一种冷加工程序,制备了糯米淀粉质沙拉酱产品,通过单因素实验研究了产品的基本配方,并对产品做了流变学性质和粒径分析。

3.1 以质构特性和感官评价为评价指标,经正交实验得最佳配方为:A粉 16g, B粉 14g, 水 170g, 白醋 20g, 色拉油 400g。

3.2 通过静态流变和动态流变对放置 24h 的最佳配方产品进行测定,结果表明该产品属于非牛顿流体,是一种黏弹性体。

3.3 通过粒径分布分析,产品的形态和稳定性质还不及市售传统产品,这和产品没有经过均质等一些

乳化稳定程序有关。

3.4 产品的形态类似传统产品,但是流变学性质和传统产品还有一定的差距,因此胶类的加入是产品以后要考虑的方向。

参考文献:

- [1] Yasuo Mikami Yokohama, Hiroshi Kanda Zushi. Process for Preparing Mayonnaise-like Foods [P]. United States Patent 4, 293, 574. 1981-10-06.
- [2] 刘文. 蛋黄酱及蛋黄酱样食品的制造[J]. 食品科学, 1998(19):56~57.
- [3] Gorecka. A Study on the application of modified starches in the production of low-fat and cholesterol free mayonnaise emulsions[J]. Zywnosc, 2004, 11(3):77~86.
- [4] 王海鸥, 姜松. 质构分析(TPA)及测试条件对面包品质的影响[J]. 粮油食品科技, 2004(3):1~4.
- [5] 李春红, 张明晶, 潘家荣. 物性测试仪在粘稠类食品品质评价上的应用研究[J]. 现代科学仪器, 2006, 6:111~113.
- [6] Guilmineau F, Kulozik U. Influence of a thermal treatment on the functionality of traditional and light[J]. Food Hydrocolloids, 1999, 13(2):113~125.
- [7] Worrasinchai S, Supphantharika M, Pinjai S, et al. Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise[J]. Food Hydrocolloids, 2006, 20(1):68~78.
- [8] Jacobsen C, Green E. Sensory evaluation of mayonnaise with fish oil[J]. Food Quality and Preference, 1996, 7(3-4):342.
- [9] 侯汉学, 董海洲, 汪建民, 等. 羟丙基磷酸交联糯玉米淀粉的性质及其作为面条品质改良剂的研究[J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(6):17~21.
- [10] 柳志强, 平立凤, 李胤, 等. 辛烯基琥珀酸淀粉酯的制备及其酶法降解的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(1):110~114.
- [11] 余奇飞, 郑志勇. 食品流变学的研究[J]. 漳州职业大学学报, 1999(2):76~79.
- [12] 李云飞译. 食品质构学-半固体食品[M]. 化学工业出版社, 2006, 9:94~95.
- [13] 陈杰, 丘明栋, 闫杰, 等. 沙拉酱生产工艺的研究[J]. 食品工业, 2000(5):29~31.

(上接第 68 页)

colostrums and the effects of processing[J]. International Dairy Journal, 2002, 12:879~887.

[11] Kang S H, Kim J U, Imm J Y, Oh S, Kim S H. The effects of dairy processes and storage on insulin-like growth factor-I

(IGF-I) content in milk and in model IGF-I-fortified dairy products[J]. Journal of Dairy Science, 2006, 89:402~409.

[12] 贾建波, 李相前, 朱礼尧. 牛初乳中类胰岛素生长因子的提纯研究[J]. 食品科学, 2006, 27:144~148.

一套《食品工业科技》在手 纵观食品工业发展全貌