

油料蛋白

谷氨酰胺转氨酶对大豆分离蛋白生产的影响

时玉强¹,何东平²,刘军¹,鲁绪强¹,李聪¹

(1. 山东禹王生态食业有限公司,山东禹城 251200;2. 武汉轻工大学食品科学与工程学院,武汉 430023)

摘要:通过对大豆分离蛋白生产过程中添加谷氨酰胺转氨酶(TG酶)进行改性实验,研究了添加TG酶对萃取、酸沉和中和等生产过程的影响;根据改性后的大豆分离蛋白的凝胶性质变化,确定了最佳的生产工艺。结果表明:当TG酶添加量为0.22%时,萃取提取率降低1.2%,酸沉损失率降低13%,大豆分离蛋白的回收率由70.2%提高到75.3%,凝胶硬度提高25.1%,弹性提高12.3%,咀嚼性提高41.1%。

关键词:TG酶;低温豆粕;大豆分离蛋白;凝胶

中图分类号:TS229;TQ936.2 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2018)04-0025-04

Effect of glutamine transaminase on production of soybean protein isolateSHI Yuqiang¹, HE Dongping², LIU Jun¹, LU Xuqiang¹, LI Cong¹

(1. Shandong Yuwang Ecological Food Industry Co., Ltd., Yucheng 251200, Shandong, China;

2. College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract: Soybean protein isolate was modified by adding glutamine transaminase in its production, the effects of glutamine transaminase on processes of extraction, acid precipitation and neutralization were studied, and the protein gel property was also assessed, then the optimal production process was determined. The results showed that when the dosage of glutamine transaminase was 0.22%, the extraction rate in extraction process and loss rate in acid precipitation process decreased by 1.2% and 13%, respectively, the protein recovery rate increased from 70.2% to 75.3%, and the hardness, resilience and chewiness of the gel increased by 25.1%, 12.3% and 41.1%, respectively.

Key words: glutamine transaminase; low temperature soybean meal; soybean protein isolate; gel

目前大规模工业化生产大豆分离蛋白的主流生产工艺是碱溶酸沉法^[1],该生产工艺回收的大豆分离蛋白主要是7S和11S蛋白,蛋白质的回收率为65%~70%,其中的小分子蛋白质大多存留在大豆乳清水中被排放。这不仅减少蛋白质的回收率,而且增大了污水的处理难度。目前还没有有效的手段对这部分蛋白质进行回收利用。

谷氨酰胺转氨酶(TG酶)是一种能够催化蛋白质分子内或分子间产生交联作用的生物酶,因此作

为肉类重组加工的一种手段而得到应用。近年来,国内外对TG酶在肉类重组制品中的应用进行了许多研究^[2-4],同时利用TG酶改性成品大豆分离蛋白应用于肉制品工艺的研究也有报道^[5-8]。但是TG酶对大豆分离蛋白生产的影响及相关的大豆分离蛋白的研究鲜见报道。

本文将TG酶应用于大豆分离蛋白的生产工艺中进行研究,利用TG酶催化蛋白质交联的作用,促进大豆中小分子蛋白质间、小分子与大分子蛋白质间、大分子蛋白质间的交联,从而实现小分子蛋白质的回收,同时对回收的蛋白质的凝胶特性进行评价,评估TG酶对蛋白凝胶的影响。

1 材料与方法**1.1 实验材料****1.1.1 原料与试剂**

食用低温豆粕,山东禹王生态实业有限公司;食

收稿日期:2017-06-28;修回日期:2017-12-28

作者简介:时玉强(1982),男,工程师,硕士,研究方向为粮食、油脂及植物蛋白工程(E-mail) shiyuqiang@yuwang.cn.com。

通信作者:鲁绪强,工程师(E-mail) luxuqiang@yuwang.cn.com。

品用液体氢氧化钠;食品用盐酸;TG 酶(酶活 100 U/g),江苏一鸣生物股份有限公司。

1.1.2 仪器与设备

YC-1500 喷雾干燥机;J6HC 大容量冷冻离心机,美国 Beckman 有限公司;Kjeltec8200 凯氏定氮仪,福斯分析仪器公司;AL204-2C 电子天平,梅特勒-托利多有限公司;HH-6 恒温水浴锅;DV2T 黏度计,美国 Brookfield 公司;SevenCompact pH 计,梅特勒-托利多有限公司;TAXTplus 物性分析仪,StableMicroSystem 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 大豆分离蛋白制备工艺

工艺流程:低温豆粕→加水→调整 pH→加 TG 酶→离心分离→豆乳→酸沉→离心分离→中和→杀菌→喷雾干燥。

在 45℃ 的蒸馏水中加入氢氧化钠,加入低温豆粕,调整 pH 至 7.4~7.6;后加入 TG 酶,45℃ 恒温萃取 30~45 min;5 000 r/min 离心分离,得到豆乳,调整豆乳 pH 至等电点,离心分离,将沉淀加蒸馏水后调整 pH 至 7.0~8.0,调整白利度 13.0~14.0;95℃ 杀菌 3 min 后,喷雾干燥。

1.2.2 不同 TG 酶添加量对豆乳粗蛋白含量的影响

通过调整 TG 酶添加量,对比不同 TG 酶添加量下豆乳粗蛋白含量的变化,分析 TG 酶对萃取提取率的影响。

1.2.3 不同 TG 酶添加量对乳清水粗蛋白含量的影响

通过调整 TG 酶添加量,对比不同 TG 酶添加量下乳清水粗蛋白含量的变化,分析 TG 酶对酸沉回收率的影响。

1.2.4 不同 TG 酶添加量对中和料液粗蛋白含量的影响

通过调整 TG 酶添加量,对比不同 TG 酶添加量下中和料液粗蛋白含量的变化,分析 TG 酶对蛋白质含量的影响。

1.2.5 不同 TG 酶添加量对中和料液黏度的影响

通过调整 TG 酶添加量,对比不同 TG 酶添加量下中和料液黏度的变化,分析 TG 酶对蛋白质结构的影响。测定方法:用托盘天平称取 30 g 蛋白粉,放于盛有 240 mL 水的大烧杯中,用玻璃棒搅拌至蛋白粉完全溶解,用黏度测定仪进行测定。

1.2.6 不同 TG 酶添加量对大豆分离蛋白凝胶性质的影响

通过调整 TG 酶添加量,对比不同 TG 酶添加量下蛋白粉的水合凝胶性质变化,分析 TG 酶对蛋

白质构的影响。测定方法:量取(88±1) mL 氯化钠(2.5%)溶液倒入豆浆机干磨杯中。称取(12.0±0.1)g 大豆分离蛋白,在豆浆机中搅拌 1 min。将搅拌液倒入 150 mL 离心管,离心(2 500 r/min)5 min。倒入 100 mL 烧杯中搅拌均匀。(80±1)℃ 水浴 30 min 后冷却到室温,用物性测定仪进行测定。

2 结果与讨论

2.1 不同 TG 酶添加量对豆乳粗蛋白含量的影响

通过对不同 TG 酶添加量的豆乳粗蛋白含量进行测定,计算萃取提取率,结果见图 1。

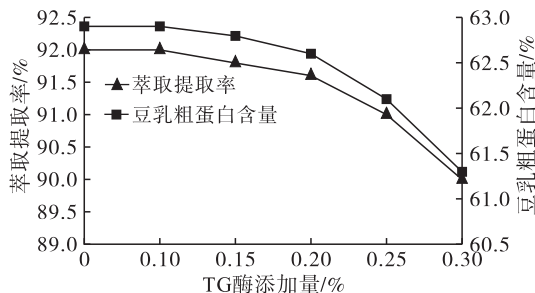


图 1 不同 TG 酶添加量豆乳粗蛋白含量变化

由图 1 可以看出,随着 TG 酶添加量的增加,豆乳粗蛋白含量呈下降的趋势,在添加量控制到 0.2% 以内时,豆乳粗蛋白含量没有明显变化。当添加量增加到 0.25% 时,粗蛋白含量下降趋势开始明显。萃取提取率的变化趋势类似。

分析原因:萃取时,由于 TG 酶的作用,大豆分离蛋白分子交联形成较大的分子间作用力,随着 TG 酶浓度的增加,分子交联程度增加,加大了离心分离的难度,特别是可溶性蛋白分子与存在于豆渣中的不溶性蛋白分子的交联,同时由于交联程度增加,料液黏度增加从而造成蛋白萃取难度加大,萃取提取率降低。通过进一步验证当添加量在 0.22% 时,萃取提取率降低 1.2%,此时萃取提取率降低幅度较小,未发生较大的萃取损失。

2.2 不同 TG 酶添加量对乳清水粗蛋白含量的影响

通过对不同 TG 酶添加量的乳清水粗蛋白含量进行测定,计算酸沉回收率,结果见图 2。

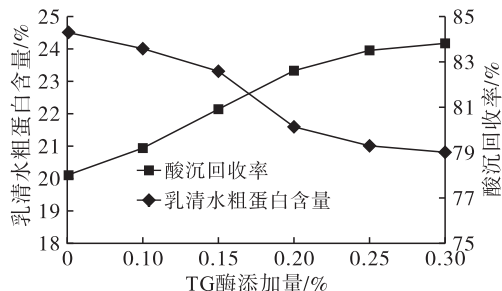


图 2 不同 TG 酶添加量乳清水粗蛋白含量变化

由图2可以看出,随着TG酶添加量的增加,乳清水粗蛋白含量下降趋势明显,在添加量控制在0.15%以内时,乳清水粗蛋白含量下降较平缓。当添加量增加到0.15%~0.25%时,粗蛋白含量下降趋势明显,之后下降趋势平缓。

分析原因:萃取时,由于TG酶的作用,大豆分离蛋白分子交联形成较大的分子间作用力,随着TG酶浓度的增加,分子交联程度增加。当TG浓度低时,交联密度较少,随着TG浓度的增加,累计优势增加。进而使溶解到乳清水中的蛋白质浓度随着TG酶添加量的增加而减少,当TG酶增加到一定量之后小分子蛋白质的交联比例减少,在乳清水的蛋白质含量上表现为减少平缓。随着TG酶添加量的增加酸沉回收率增加,趋势也是先快后慢。综合萃取提取率,进一步实验得到TG酶添加量为0.22%时最佳,此时酸沉损失率降低13%,酸沉回收率提高5.7个百分点,经过酸沉后蛋白质在中和工序,不再有蛋白损失,最终大豆分离蛋白回收率由70.2%提高到75.3%。由于乳清水中小分子蛋白质被回收,因此有利于大豆蛋白回收率的提高和后续污水的处理。

2.3 不同TG酶添加量对中和料液粗蛋白含量的影响

对不同TG酶添加量的中和料液粗蛋白含量进行测定,结果见图3。

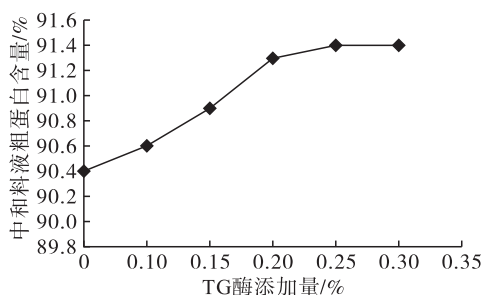


图3 不同TG酶添加量中和料液粗蛋白含量变化

由图3可以看出,随着TG酶添加量的增加,中和料液粗蛋白含量上升趋势明显,在添加量超过0.2%时,中和料液粗蛋白含量增加趋势平缓。

分析原因:通过TG酶的交联作用使得蛋白质分子聚集体增大,酸沉离心沉降效果提高,减少了小分子蛋白质的流失,因而提高了粗蛋白质含量;当TG酶添加量超过0.2%时,萃取效果降低,导致粗蛋白质含量增加平缓。在最佳的蛋白质回收率时,大豆分离蛋白粗蛋白含量可达91.3%。

2.4 不同TG酶添加量对中和料液黏度的影响

对不同TG酶添加量的中和料液黏度进行测

定,结果见图4。

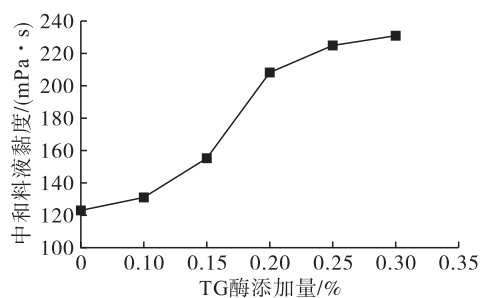


图4 不同TG酶添加量中和料液黏度变化

由图4可以看出,随着TG酶添加量的增加,中和料液黏度上升趋势明显,在添加量超过0.2%时,中和料液黏度增加趋势平缓。

分析原因:通过TG酶的交联作用使得蛋白质分子聚集体增大,中和后蛋白链在由酸性到中性转变过程中,蛋白链展开,由于TG酶的作用使得展开后的蛋白链空间聚集体连接紧密,黏度升高。

2.5 不同TG酶添加量对大豆分离蛋白凝胶性质的影响

对喷雾干燥得到的不同TG酶添加量的大豆分离蛋白粉凝胶性质进行测定,结果见表1。

表1 不同TG酶添加量对大豆分离蛋白凝胶性质的影响

TG酶添加量/%	硬度	弹性	黏结性	黏性	咀嚼性
0	0.535	0.65	0.90	0.501	0.505
0.1	0.551	0.66	0.90	0.565	0.536
0.2	0.652	0.72	0.86	0.497	0.654
0.3	0.687	0.74	0.82	0.489	0.772

由表1可以看出,随着TG酶添加量增加,凝胶硬度、弹性和咀嚼性都向好的方向变化;添加0.3%TG酶的蛋白凝胶与没有添加TG酶的相比硬度提高了28.4%,弹性提高了13.8%,咀嚼性提高了52.8%。虽然TG酶添加量越高蛋白凝胶效果越好,但是不利于萃取提取率的提高,进而影响蛋白质回收率。综合考虑添加0.22%TG酶的情况下,蛋白质回收率最高,此时凝胶硬度提高25.1%,弹性提高12.3%,咀嚼性提高41.1%,凝胶特性也得到了较大的提高,综合效益最优。

分析原因是经过TG酶的改性,大豆分离蛋白分子交联程度增加,蛋白质之间作用力增强,从而提高了大豆分离蛋白凝胶的空间结构完整性。

3 结论

TG酶改性大豆分离蛋白生产中,能够改善大豆分离蛋白的凝胶特性,同时减少污水中蛋白质的含量,降低污水处理难度,提高蛋白质回收率。

(下转第32页)

letin IDF, 1998, 332:47 - 53.

- [9] SHARMA R, LORENZEN P C, QVIST K B. Influence of transglutaminase treatment of skim milk on the formation of epsilon - (*gamma* - glutamyl) lysine and the susceptibility of individual proteins towards cross linking [J]. *Int Dairy J*, 2001, 10(11):785 - 793.
- [10] BABIKER E E. Effect of transglutaminase treatment on the functional properties of native and chymotrypsin - digested soy protein [J]. *Food Chem*, 2000, 70 (2): 139 - 145.
- [11] BABIKER E E, FUJISAWA N, MATSUDOMI N, et al. Improvement in the functional properties of gluten by protease digestion or acid hydrolysis followed by microbial transglutaminase treatment [J]. *J Agric Food Chem*, 1996, 12(44):3746 - 3750.
- [12] WALSH D J, CLEARY D, MCCARTHY E, et al. Modification of the nitrogen solubility properties of soy protein isolate following proteolysis and transglutaminase cross - linking [J]. *Food Res Int*, 2003, 36(7):677 - 683.
- [13] ZHANG Y T, TAN C, ZHANG X M, et al. Effects of maltodextrin glycosylation following limited enzymatic hydrolysis on the functional and conformational properties of soybean protein isolate [J]. *Eur Food Res Technol*, 2014, 238(6): 957 - 968.
- [14] ZHANG Y T, TAN C, KARANGWA E, et al. Combined modified SPI improves the emulsion properties and oxida-

tive stability of fish oil microcapsules [J]. *Food Hydrocoll*, 2015, 51:108 - 117.

- [15] ZHANG Y T, TAN C, KARANGWA E, et al. Effect of limited enzymatic hydrolysis on physico - chemical properties of soybean protein isolate - maltodextrin conjugates [J]. *Int J Food Sci Technol*, 2015, 50(1): 226 - 232.
- [16] ZHANG Y T, TAN C, SHABBAR A, et al. The effect of soy protein structural modification on emulsion properties and oxidative stability of fish oil microcapsules [J]. *Colloid Surf B: Biointerf*, 2014, 120: 63 - 70.
- [17] 徐莹, 陈海英, 周星, 等. 转谷氨酰胺酶交联木瓜蛋白酶水解产物改善大豆分离蛋白乳化特性的研究 [J]. *食品工业科技*, 2013, 34(6):113 - 117.
- [18] PEARCE K N, KINSELLA J E. Emulsifying properties of protein: evaluation of a turbidimetric technique [J]. *J Agric Food Chem*, 1978, 26(3):716 - 723.
- [19] 夏秀芳, 洪岩, 郑环宇, 等. 湿法糖基化改性对大豆分离蛋白溶解性和乳化能力的影响 [J]. *中国食品学报*, 2016, 16(1):167 - 172.
- [20] 王淑霞, 李爱梅, 张俊杰. 响应面分析法优化龙眼核中多酚物质提取工艺 [J]. *食品科学*, 2011(10): 35 - 39.
- [21] SATOH S, APINES M J, TSUKIOKA T, et al. Bioavailability of amino acid - chelate and glass - embedded manganese to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), fingerlings [J]. *Aquac Res*, 2001, 32 (1): 18 - 25.

(上接第 27 页)

通过对添加 TG 酶工艺进行优化, 得到最佳添加量为 0.22%, 萃取提取率降低 1.2%, 酸沉损失率降低 13%, 大豆分离蛋白的回收率由 70.2% 提高到 75.3%, 大豆分离蛋白粗蛋白含量可达到 91.3%, 在生产过程中中和黏度增加, 对设备要求有所提高。凝胶硬度提高 25.1%, 弹性提高 12.3%, 咀嚼性提高 41.1%。在大豆分离蛋白生产时使用 TG 酶可以提高大豆的蛋白质利用率。在此过程中回收的大豆分离蛋白的凝胶特性优势明显, 提高了产品品质, 扩大了蛋白质的利用领域, 对节约能源, 提高经济效益有重要意义。

参考文献:

- [1] 时玉强, 鲁绪强, 马军, 等. 湿法粉碎豆粕对大豆分离蛋白生产的影响 [J]. *中国油脂*, 2017, 42(5):45 - 47.

- [2] 刘香海, 刘磷. TG 酶性质及在肉类重组产品中的应用 [J]. *中国食品添加剂*, 2012(2):15 - 17.
- [3] 江波, 周红霞. 谷氨酰胺转氨酶对火腿肠凝胶性质的影响 [J]. *食品与发酵工业*, 2000(8):1 - 6.
- [4] ZHU Y. Microorganism transglutaminase: a review of its production and application in food processing [J]. *Appl Microbiol Biotechnol*, 1995, 44(7):277 - 282.
- [5] 郭永, 王雪平, 张春红. 不同改性大豆分离蛋白乳化性比较研究 [J]. *食品研究与开发*, 2012, 33(7):26 - 28.
- [6] 郭永, 申森. 谷氨酰胺转氨酶改性大豆分离蛋白在肉制品加工中的应用研究 [J]. *粮油加工*, 2009(3):131 - 133.
- [7] 李萍萍, 刘振. TG 酶对大豆分离蛋白的作用及在肉制品中的应用 [J]. *大豆科技*, 2012(5):36 - 38.
- [8] 时玉强, 鲁绪强, 马军, 等. 大豆蛋白在传统豆制品中的应用 [J]. *中国油脂*, 2017, 42(3):155 - 157.