

大豆分离蛋白加工中消泡剂对产品功能特性的影响

刘 军¹,何东平²,王洪彩¹,范书琴¹,王彩华¹,李成辉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:在大豆分离蛋白加工过程中,研究消泡剂添加量对大豆分离蛋白功能特性的影响,如大豆分离蛋白的凝胶强度、持水性、起泡性、泡沫稳定性、吸油性和疏松密度,并对不同消泡剂添加量加工的大豆分离蛋白进行豆腐的应用验证。结果表明:随着消泡剂添加量增加,大豆分离蛋白凝胶强度和吸油性提高,但持水性、起泡性和泡沫稳定性降低;不添加消泡剂和消泡剂添加量达到 0.7 kg/m^3 时,采用大豆分离蛋白制作的豆腐组织状态和口感都会变差。

关键词:消泡剂;大豆分离蛋白;功能特性

中图分类号:TS229;TQ936.2 文献标识码:A 文章编号:1003-7969(2018)05-0048-05

Effect of addition of defoamer on functional properties of soybean protein isolate

LIU Jun¹, HE Dongping², WANG Hongcai¹, FAN Shuqin¹,
WANG Caihua¹, LI Chenghui¹

(1. Shandong Yuwang Ecological Food Industry Co., Ltd., Yucheng 251200, Shandong, China;
2. College of Food Science and Engineering, Wuhan Polytech University, Wuhan 430023, China)

Abstract: The effects of the dosage of defoamer on the functional properties of soybean protein isolate were studied in soybean protein isolate processing process, including gel strength, water holding ability, foaming ability, foam stability, oil absorption ability and loose density of soybean protein isolate, and the soybean protein isolate with different defoamer dosages was applied in tofu to verify the property of the product. The results showed that with the dosage of defoamer increasing, the gel strength and oil absorption ability of soybean protein isolate increased, but the water holding ability, foaming ability and foam stability decreased. When the defoamer was not added or the dosage of defoamer was 0.7 kg/m^3 , the tissue state and taste of soybean protein tofu were worse.

Key words: defoamer; soybean protein isolate; functional property

消泡剂是利用局部表面张力降低或破坏膜弹性的机理实现破泡、抑泡、脱泡^[1]。在工业生产中很多行业都会用到消泡剂,在食品行业中也有很多加工过程用到消泡剂,如制糖、发酵等,不同行业用的消泡剂是不同的,对消泡剂的要求也不完全一样。

在大豆分离蛋白的生产过程中,豆粕与碱水混

合萃取过程及后续的料液在搅拌中会产生很多泡沫,如不及时消除泡沫或泡沫残留过多,会造成很多不良影响,如液位测量不准、微生物易超标、断料等,严重影响生产的顺利进行。因此,在大豆蛋白加工过程中需添加一定量的消泡剂。

目前,常用的消泡剂是聚二甲基硅氧烷乳液,其是以聚二甲基硅氧烷为主,辅以一些乳化剂、增稠剂、抗结剂、防腐剂、去离子水加工制成。且消泡剂的添加量需要一个适合的范围,添加量不足时达不到好的消泡效果,但超过一定限度后,不仅会影响大

收稿日期:2017-09-06;修回日期:2018-02-09

作者简介:刘 军(1982),男,工程师,硕士,研究方向为植物蛋白加工技术(E-mail)liujun@yuwangcn.com。

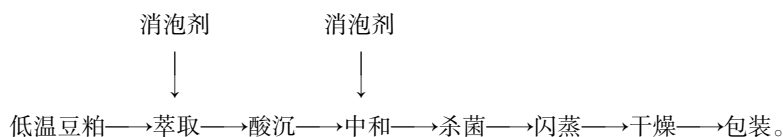
豆蛋白的功能性,而且会对人体健康造成一定的伤害。

本文通过在中和工段添加不同浓度和不同种类的消泡剂,对比其对最终产品功能特性的影响,包括凝胶强度、持水性、起泡性、泡沫稳定性、吸油性、疏松密度,并对不同消泡剂添加量加工的大豆蛋白进行豆腐的应用验证,以期为大豆蛋白生产工艺提供技术指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

低温豆粕,山东禹城低粕公司;消泡剂 A,青岛



大豆分离蛋白加工过程中,萃取工段添加消泡剂,后经酸沉、分离等工艺大部分成分会被水洗掉,其对大豆分离蛋白功能特性影响较小,本试验萃取消泡剂添加量为 0.5 kg/m^3 。因此,此工段不考虑消泡剂的处理。中和工段按 0、0.1、0.3、0.5、0.7 kg/m^3 的添加量进行梯度试验,且中和料液的固形物含量为 12.5%,最终制得大豆分离蛋白 5 个样品,其余加工过程中参数保持一致,测定各指标。

1.2.2 大豆分离蛋白功能特性指标测定

1.2.2.1 凝胶强度的测定

称取 12 g 大豆分离蛋白粉样品与 88 mL 一定浓度的 NaCl 溶液充分混匀后,经高速豆浆机处理后,转移至离心管中,在 2 500 r/min 离心机中离心 5 min,后转移至 250 mL 玻璃烧杯中,将其放入一定温度的水浴锅中进行加热,冷却至室温进行凝胶强度的测定。

凝胶强度测定采用物性测定仪,设定参数为:校准高度 50 cm,检测前速度 2.0 mm/s,检测速度 1.0 mm/s,检测后速度 10.0 mm/s,下压距离 25.00 mm,探头 P/0.5 R,触力 5.0 g。记录破裂强度值。

1.2.2.2 持水性的测定

称量 10 mL 离心管质量,后将 0.2 g 样品与 6 mL 蒸馏水加入离心管,振荡 1 min 后静置 10 min,后将离心管放入离心机以 1 600 r/min 离心 25 min,将上层清液倒出,把剩余样品连同离心管放于 50 °C 烘箱内干燥 25 min,取出称量剩余总质量。

$$\text{持水性} = (m_2 - m_1) / m$$

式中: m_2 为离心后总质量,g; m_1 为离心前总质量(离心管质量与大豆分离蛋白样品质量之和),g; m 为大豆分离蛋白样品质量,g。

思力肯精细化工有限公司;消泡剂 B,湖北新四海化工股份有限公司;大豆油,山东禹城低粕公司;TG 酶,泰兴市一鸣生物制品有限公司;食盐、糖、味精均为市售;玉米淀粉,山东西王集团淀粉有限责任公司。

电子天平,梅特勒-托利多有限公司;九阳豆浆机;数显水浴锅;高速离心机;离心管;TA. XT Plus 物性测定仪(探头:P/0.5R),Streamline Process Co., Limited;BT-1001 智能粉体特性测定仪;BRAUN Multiquick 搅拌机,德国博朗公司。

1.2 试验方法

1.2.1 大豆分离蛋白的加工工艺

1.2.2.3 起泡性和泡沫稳定性的测定

参照杨盛楠^[2]、Coffmann^[3] 等方法测定,稍作改动。准确称取 10 g 食盐、10 g 味精、10 g 白砂糖混合,加入 500 mL 的蒸馏水中,取 20 g 大豆分离蛋白粉,溶解到以上混合溶液中,以 2 000 r/min 高速搅拌 1 min,记录搅拌停止时和搅拌完静置 30 s 后的泡沫体积。按下式计算起泡性和泡沫稳定性:

$$\text{起泡性} = V / 20 \times 100\%$$

$$\text{泡沫稳定性} = V_{30} / V \times 100\%$$

式中: V 为搅拌停止时泡沫体积; V_{30} 为静置 30 s 后的泡沫体积。

1.2.2.4 吸油性的测定^[4]

将 0.5 g 样品与 5 mL 大豆油加入 10 mL 离心管中,每 5 min 振荡 30 s,30 min 之后将离心管放入离心机内以 1 600 r/min 速度离心 25 min,读取剩余大豆油的体积。

$$\text{吸油性} = (V_1 - V_2) / m$$

式中: V_1 为加入大豆油总体积,mL; V_2 为剩余大豆油体积,mL; m 为大豆分离蛋白样品质量,g。

1.2.2.5 疏松密度的测定

采用 BT-1001 智能粉体特性测定仪检测。

1.2.3 大豆蛋白豆腐的制作

打浆:将大豆分离蛋白、水倒入斩拌器中搅拌 5 min 至成均匀的糊状,再加入 TG 酶、淀粉、食盐、味精继续搅拌 3 min,后加入大豆油,搅拌 3 min,斩拌后料液温度控制在 12 °C 以下。

成型:将料液挤入模具中成型,放入恒温箱中 53 °C 过夜反应。

蒸煮:将物料于 95 °C 水浴锅中蒸煮 40 min。

冷却:冷却后包装即可。

1.2.4 大豆蛋白豆腐感官评价

感官评价标准:由 10 名经培训的 18~35 岁感

官评价人员(男、女各 5 人)按表 1 标准对产品进行感官评价^[5]。结果取其平均值。

表 1 大豆蛋白豆腐感官评价标准

等级	组织状态	弹性	硬度	风味
A	气孔少、均匀(7~10分)	弹性好,韧性强(7~10分)	硬度好(7~10分)	无豆腥味、异味(7~10分)
B	有一定量气孔(4~6分)	弹性、韧性一般(4~6分)	硬度适中(4~6分)	有轻微异味(4~6分)
C	有大气孔(1~3分)	弹性、韧性差(1~3分)	硬度差(1~3分)	有明显异味(1~3分)

2 结果与讨论

2.1 消泡剂指标对比(见表 2)

表 2 消泡剂的基本指标

项目	消泡剂 A	消泡剂 B
含固量/%	20.7	23.6
pH	6.59	6.87
黏度/(mPa·s)	2 076	5 250
消泡性	4/4	3/4

从表 2 中可以看出,消泡剂 B 的黏度较消泡剂 A 的黏度高,且两者消泡效果相差不大。

2.2 消泡剂对大豆分离蛋白功能特性影响

2.2.1 大豆分离蛋白凝胶强度变化

采用两种消泡剂处理大豆分离蛋白中和液,得到的大豆分离蛋白的凝胶强度如图 1 所示。

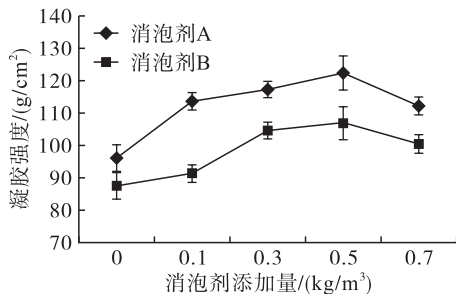


图 1 消泡剂对大豆分离蛋白凝胶强度的影响

从图 1 中可以看出,随着消泡剂添加量的增加,大豆分离蛋白的凝胶强度呈先上升后下降趋势,消泡剂添加量超过 0.5 kg/m³后,凝胶强度降低。分析原因为:蛋白质凝胶的形成是蛋白质-蛋白质和蛋白质-溶剂的相互作用以及邻近肽链之间的吸引力和排斥力平衡的结果^[6-8],在生产过程中添加消泡剂后,料液气泡减少了,蛋白质分子之间的空隙变小,相互作用增强,导致凝胶强度变大,但随着消泡剂添加量的增加,其中的油相成分增大,导致蛋白质表面亲水基团变少,从而影响凝胶性^[9-10]。

从图 1 中还可以发现,消泡剂 A 比消泡剂 B 加工的大豆分离蛋白凝胶强度高,其主要区别在于,消泡剂 B 黏度高,加工过程中可能存在搅拌不均匀问题,另外两种消泡剂中的其他成分也可能导致凝胶强度的差异。

经查找文献,目前尚未见添加消泡剂对大豆分离蛋白凝胶性影响方面的研究报道。但在材料方面,已有研究表明^[11],添加消泡剂聚二甲基硅氧烷(PMDS)可显著地提高改性聚氨酯/SiC 复合材料的抗剪强度和抗拉强度,但对抗弯强度没有明显作用,显著提高了耐冲蚀磨损性能。在混凝土方面,研究表明消泡剂可以降低混凝土的孔隙率,提高其抗压强度。

2.2.2 大豆分离蛋白持水性变化

采用两种消泡剂处理大豆分离蛋白中和液,得到的大豆分离蛋白的持水性如图 2 所示。

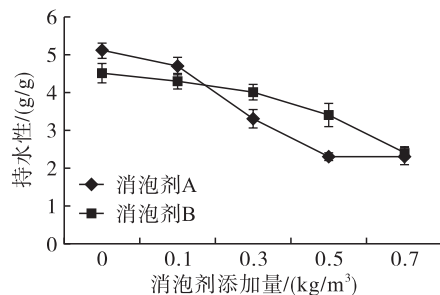


图 2 消泡剂对大豆分离蛋白持水性的影响

持水能力是蛋白质的一个重要功能特性,在蛋白食品的加工过程中发挥着重要作用^[12]。从图 2 中可以看出,随着消泡剂添加量的增加,大豆分离蛋白的持水性呈下降趋势,且两种消泡剂的差异不显著。消泡剂是一种具有化学和界面化学消泡作用的化学药剂,具有低表面张力、高表面活性特点^[13],其与中和料液充分接触后,能提升大豆分离蛋白的亲水亲油性,但该部分水主要是化学结合水,大豆分离蛋白的持水性是指“物理截留”水,蛋白质溶胀性强的,持水性强^[14]。消泡剂能降低大豆分离蛋白肽链之间的空隙,蛋白质溶胀程度降低,导致持水性降低。

2.2.3 大豆分离蛋白起泡性和泡沫稳定性变化

采用两种消泡剂处理大豆分离蛋白中和液,得到的大豆分离蛋白的起泡性和泡沫稳定性如图 3 所示。

从图 3 中可以看出,随着消泡剂添加量的增加,大豆分离蛋白的起泡性下降,泡沫稳定性下降。大豆分离蛋白分子包含极性基团和疏水基团,其具有

一定的表面活性,能降低表面张力^[15],在剧烈搅拌时形成泡沫,通过添加消泡剂,可消除大部分的泡沫,其利用局部表面张力降低或破坏膜弹性的机理实现破泡、抑泡、脱泡,从而便于生产加工。

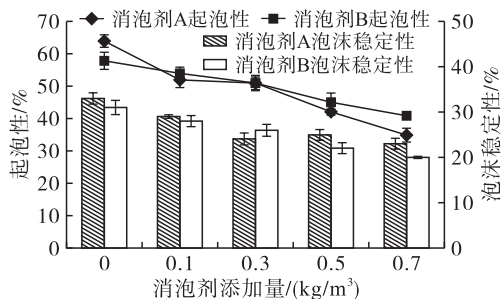


图3 消泡剂对大豆分离蛋白起泡性和泡沫稳定性的影响

此结果也表明,消泡剂也可作用于大豆分离蛋白内部,从而抑制大豆分离蛋白的起泡,虽然后期需要经过杀菌、闪蒸和干燥工艺,但蛋白体系中的泡沫通过中和过程添加的消泡剂可以起到很好的抑泡性,且随着添加量的增加,蛋白起泡性降低。

2.2.4 大豆分离蛋白吸油性变化

采用两种消泡剂处理大豆分离蛋白中和液,得到的大豆分离蛋白的吸油性如图4所示。

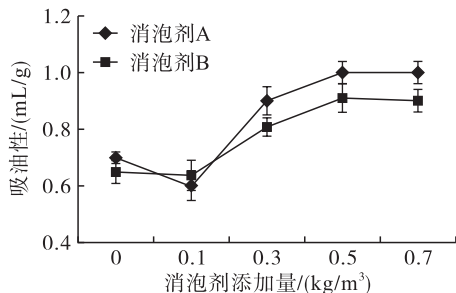


图4 消泡剂对大豆分离蛋白吸油性的影响

从图4中可以看出,消泡剂添加量为0~0.1 kg/m³时,大豆分离蛋白的吸油性差异不大;超过0.1 kg/m³时,大豆分离蛋白的吸油性总体呈上升趋势,可能是消泡剂添加量的增加,蛋白质之间的二硫键断裂成为巯基,使疏水基团暴露,吸油性提高。

2.2.5 大豆分离蛋白疏松密度变化

采用两种消泡剂处理大豆分离蛋白中和液,得到的大豆分离蛋白的疏松密度如图5所示。

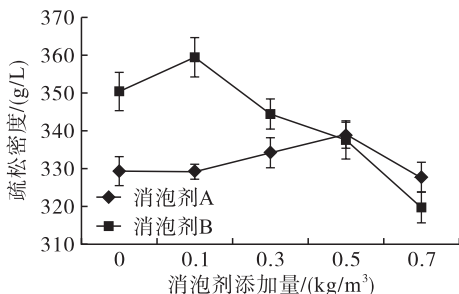


图5 消泡剂对大豆分离蛋白疏松密度的影响

从图5中可以看出,采用消泡剂A,随着消泡剂添加量的增加,大豆分离蛋白疏松密度变化不大,0.7 kg/m³时疏松密度略有降低;采用消泡剂B时,随着消泡剂添加量从0.1 kg/m³增加到0.7 kg/m³,大豆分离蛋白的疏松密度呈下降趋势。可能是消泡剂B干物质密度小于蛋白粉密度,加入后造成蛋白粉疏松密度降低;而消泡剂A中成分的干物质密度与蛋白粉相近,因此对最终蛋白粉疏松密度影响不大。蛋白粉的疏松密度对出口包装有一定的影响,也是实际生产过程中的监控指标。

2.3 消泡剂对大豆蛋白豆腐影响

大豆蛋白豆腐生产工艺难点在于调整保水性和口感^[16]。而客户对大豆蛋白豆腐的需求:一是气泡不能太大,太多;二是结构质地均匀、弹性好,过油后不能收缩,冷冻后不能有大量的冰晶出现;三是成品口感Q弹,有嚼劲,无砂砂的感觉,总体要爽口。

消泡剂添加量对大豆分离蛋白的功能特性有一定的影响,进而会影响大豆蛋白豆腐品质。采用消泡剂A,将不同消泡剂添加量的大豆分离蛋白粉采用相同的工艺和配方制作成大豆蛋白豆腐,并进行感官评价,结果见表3。

表3 不同消泡剂添加量对大豆蛋白豆腐感官评价的影响

添加量/(kg/m ³)	组织状态	弹性	硬度	风味
0	6.3 ± 0.11	7.2 ± 0.19	7.2 ± 0.21	8.1 ± 0.24
0.1	7.1 ± 0.21	8.4 ± 0.15	8.4 ± 0.19	8.5 ± 0.26
0.3	8.5 ± 0.24	7.7 ± 0.14	9.0 ± 0.22	8.1 ± 0.18
0.5	7.7 ± 0.14	8.5 ± 0.21	8.1 ± 0.31	7.4 ± 0.21
0.7	6.1 ± 0.13	5.1 ± 0.25	7.2 ± 0.28	6.3 ± 0.28

从表3中可以看出,消泡剂添加量对大豆蛋白豆腐口感有一定的影响。消泡剂添加量在0.1、0.3 kg/m³和0.5 kg/m³时,豆腐的组织状态和口感优于0 kg/m³和0.7 kg/m³。消泡剂添加量低时,大豆分离蛋白起泡性强,导致斩拌过程中有气泡产生,后期蒸煮过程中不易排出,导致豆腐组织状态较差;随着消泡剂添加量增加,气泡虽然变少,但大豆分离蛋白的持水性降低,这导致大豆分离蛋白和水在斩拌后浆体偏稀,同样影响最终产品的组织状态和口感。因此,豆腐专用型蛋白粉在生产加工过程中,要注意消泡剂添加量,将其控制在合适的范围内。在本试验所用的消泡剂指标下,建议中和工段消泡剂添加量为0.3 kg/m³左右。

3 结论

大豆蛋白生产工艺相对复杂,受各个工艺参数
(下转第62页)

度分布、表观黏度、稳定性、打发性质、泡沫稳定性、质构性质以及感官品质的影响进行研究,发现老化时间对搅打植脂奶油的影响较大。未经老化以及不够充足的老化时间均无法保证乳浊液在搅打后产生较好的品质,而过长的老化时间除了延长不必要的时间外,还会在口感上产生一些油腻味,并且会增加工业化生产成本。所以,综合考虑老化时间为4 h时,搅打植脂奶油品质最佳。研究老化时间对搅打植脂奶油的影响提高了制备植脂奶油的效率,为搅打植脂奶油工业化生产节约了成本。

参考文献:

- [1] 金俊艳, 李小为. 通用型植脂鲜奶油配方的研究[J]. 黑龙江农业科学, 2013(4):121-124.
- [2] MÉNDEZVELASCO C, GOFF H D. Fat structure in ice cream: a study on the types of fat interactions[J]. Food Hydrocoll, 2012, 29(1):152-159.
- [3] BOODE K, WALSTRA P, GROOT - MOSTERT A E A D. Partial coalescence in oil - in - water emulsions 2. Influence of the properties of the fat[J]. Colloids Surf A Physicochem Eng Aspects, 1993, 81(93):139-151.
- [4] GOFF H D, JORDAN W K. Action of emulsifiers in promoting fat destabilization during the manufacture of ice cream[J]. J Dairy Sci, 1989, 72(1):18-29.
- [5] GOFF H D. Colloidal aspects of ice cream—a review[J].

(上接第51页)

的影响较大。本试验结果表明,消泡剂可在一定程度上影响大豆分离蛋白的功能特性及应用产品豆腐的品质。消泡剂添加量增加,凝胶强度和吸油性提升,但持水性、起泡性和泡沫稳定性降低。不添加消泡剂和消泡剂添加量达到0.7 kg/m³时,大豆蛋白豆腐的组织状态和口感都会变差。

参考文献:

- [1] 徐江伟. 消泡剂的复合及其消泡机理探讨[J]. 中国甜菜糖业, 2002(4):31-34.
- [2] 杨盛楠, 翟爱华. 高压均质对大豆分离蛋白功能性质的影响[J]. 中国酿造, 2014, 33(12):89-93.
- [3] COFFMANN C W, GARCIA V V. Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour[J]. Int J Food Sci Technol, 1977, 12(5):473-484.
- [4] 莫耽, 黄行健, 段雅庆, 等. 辐照对大豆分离蛋白功能特性影响[J]. 食品科学, 2011, 32(1):52-58.
- [5] 唐文婷, 蒲传奋. 千叶豆腐品质特性的影响因素研究[J]. 食品科技, 2015, 40(11):30-33.
- [6] 于翠柳. 大豆蛋白凝胶显微结构的研究[D]. 天津:天津科技大学, 2011.
- [7] 罗东辉. 均质改性大豆蛋白功能特性研究[D]. 广州:

Int Dairy J, 1997, 7(6/7):363-373.

- [6] 赵强忠. 搅打稀奶油的搅打性能和品质的变化规律及其机理研究[D]. 广州:华南理工大学, 2006.
- [7] 王芸芳, 徐振波, 王兴国, 等. 植脂末冲调稳定性的研究[J]. 中国油脂, 2014, 39(7):21-26.
- [8] 中华人民共和国商务部. 植脂奶油:SB/T 10419—2017[S]. 北京:中国标准出版社, 2017.
- [9] RELKIN P, SOURDET S. Factors affecting fat droplet aggregation in whipped frozen protein - stabilized emulsions[J]. Food Hydrocoll, 2005, 19(3):503-511.
- [10] 邱美彬. 零反式脂肪酸预打发植脂奶油的制备研究[D]. 江苏 无锡:江南大学, 2015.
- [11] 王琳. 乳化剂对大豆蛋白搅打稀奶油品质的影响及其机理研究[D]. 广州:华南理工大学, 2010.
- [12] DICKINSON E. Milk protein interfacial layers and the relationship to emulsion stability and rheology[J]. Colloids Surf B Biointerf, 2001, 20(3):197-210.
- [13] ZHAO Q, ZHAO M, LI J, et al. Effect of hydroxypropyl methylcellulose on the textural and whipping properties of whipped cream[J]. Food Hydrocoll, 2009, 23(8):2168-2173.
- [14] 范瑞, 赵谋明, 林伟锋, 等. 乳化剂对植脂鲜奶油质量性能的影响及其机理的研究[J]. 中国油脂, 2004, 29(5):17-20.
- 华南理工大学, 2011.
- [8] 王婵秋, 迟玉杰. 乙醇、氯化钙和抗坏血酸对大豆分离蛋白凝胶性质的影响[J]. 中国粮油学报, 2010, 25(7):39-42.
- [9] 田琨, 管娟, 邵正中, 等. 大豆分离蛋白结构与性能[J]. 化学进展, 2008, 20(4):565-573.
- [10] 源博恩, 赵强忠, 赵谋明. 酸性条件下高压均质对大豆蛋白结构与功能特性的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(8):117-120.
- [11] 郭京东. 消泡剂对混凝土强度的影响[J]. 科技资讯, 2011(11):66-67.
- [12] 姚玉静, 杨晓泉, 唐传核, 等. 酰化对大豆分离蛋白水合性质的影响[J]. 食品与机械, 2005, 22(4):19-21.
- [13] 刘秋艳, 郭文涛, 王涛. 有机硅消泡剂的应用研究概述[J]. 唐山师范学院学报, 2014, 36(5):29-31.
- [14] 华欲飞, 顾玉兴. 大豆蛋白的吸水和持水性能[J]. 中国油脂, 1999, 24(4):64-67.
- [15] LIU C, WANG X S, MA H, et al. Functional properties of protein isolates from soybeans stored under various conditions[J]. Food Chem, 2008, 111:29-37.
- [16] 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.