

复合稳定剂对膳食纤维在微射流 瞬时高压下团聚性的影响

刘成梅, 蓝海军, 涂宗财, 刘 伟

(南昌大学中德食品工程中心, 食品科学教育部重点实验室, 江西 南昌 330047)

摘 要: 本实验主要研究了复合稳定剂对大豆膳食纤维悬浊液在微射流瞬时高压作用下团聚性的影响。在微射流瞬时高压作用处理过程中, 膳食纤维的团聚性随着处理压力以及处理次数的变化而变化。实验表明, 经 140 MPa 压力处理后团聚最为明显, 处理一次后物料平均粒径从处理前的 1134.7 nm 增大到处理后的 1447.4 nm, 二次处理后变为 1915.0 nm, 三次处理后增大到 2426.5 nm。选择较为理想的乳化稳定剂进行复配试验, 从添加复合稳定剂前后膳食纤维水溶液的粒度分布和表面电位(Zeta potential)变化情况来判断复合稳定剂对膳食纤维团聚性的影响。结果表明, 添加 0.04% 单甘酯、0.06% 蔗糖酯 S-15、0.23% CMC-Na、0.05% 黄原胶和 0.02% 卡拉胶能改善膳食纤维团聚性问题, 可以使经微射流瞬时高压作用处理三次的膳食纤维平均粒径减小到 202.4 ± 58.5 nm。

关键词: 大豆膳食纤维; 微射流瞬时高压作用; 团聚性; 乳化稳定剂; 粒度分布; 表面电位

Effects of Composite Emulsifying Stabilizers on Glomeration of Dietary Fiber with Instantaneous High Pressure (IHP)

LIU Cheng-mei, LAN Hai-jun, TU Zong-cai, LIU Wei

(Key Laboratory of Food Science, Ministry of Education, Sino-German Food Engineering Center,
Nanchang University, Nanchang 330047, China)

Abstract: This experiment mainly studied the effects of composite emulsifying stabilizers on the glomeration of dietary fiber with instantaneous high pressure (IHP) treatment. The glomeration of dietary fiber varied with the changes of the work pressure and number of times of the IHP. The results indicated that the glomeration was most conspicuous under the pressure of 140 MPa. The average granularity of the materials would increase to 1447.4 nm from 1134.7 nm after being treated one time under the pressure of 140 MPa, and increase to 1915.0 nm after being treated two times, and even increase to 2426.5 nm after being treated three times. We chose better emulsifying stabilizers comparatively to mix together and make orthogonal tests, and judged the effects of composite emulsifying stabilizers on the glomeration of dietary fiber from the changes of the granularity distribution and Zeta potential of the dietary fiber aqueous solution after being added with composite emulsifying stabilizers. From the experiment results, a better formula of adding composite stabilizers are as follows: 0.04% GMS, 0.06% S. A. I. B-15, 0.23% CMC-Na, 0.05% xanthan gum and 0.02% carrageenan so as to reduce the glomeration of dietary fiber. It could make the average granularity of the materials reduce to 202.4 ± 58.5 nm under the pressure of 140 MPa after being treated three times.

Key words dietary fiber; instantaneous high pressure; glomeration; emulsifier; granularity distribution; Zetapotential

中图分类号: TQ047.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)08-0033-04

物料在超微化过程中, 往往涉及到超微粒子稳定性的问题, 由于超微粒子之间具有强自吸附特性, 从而出现了团聚现象, 其团聚原因是由于范德华力的吸引而形成, 或者是由于体系的总表面极小化的驱动力引起

的^[1]。在膳食纤维的超微化过程中, 随着物体尺寸的减小, 比表面积和比表面能增大, 其超细微粒在制备和后处理过程中极易发生粒子凝集而变粗, 但是膳食纤维的粒度越小则其持水力和膨胀性越大, 其生理功能的发

收稿日期: 2007-02-28

基金项目: 教育部长江学者和创新团队发展计划项目(IRT0540); 江西省学科带头人项目(050006)

作者简介: 刘成梅(1963-), 男, 教授, 博士, 主要从事食品加工新技术的研究。

挥越显著^[2]。因此膳食纤维超细粒子的分散性是其综合应用中必须解决的一个问题。

粒子在水性分散剂或非水性分散剂中形成的分散体系,在大多数情况下,若粒子的Zeta电势绝对值较大,则粒子间的静电排斥作用较大,可以防止絮凝和凝聚,提高胶体的稳定性,而对Zeta电势绝对值较小的粒子,可以通过表面改性,增加粒子的表面电荷,提高其Zeta电势,增大粒子间的静电排斥作用和位阻效应,从而使分散体系达到稳定的目的^[3]。因此要获得悬浮稳定,流变性好的膳食纤维溶液,分散剂的选取和用量是一个很重要的因素。

实验中选用大豆膳食纤维作为研究材料,酶-化学法^[4]制备的膳食纤维进行微射流瞬时高压作用处理,先用单因素试验,后通过正交试验对乳化稳定剂进行复配,确定复合乳化稳定剂的最优配方,使经微射流瞬时高压作用处理的膳食纤维溶液团聚性尽可能小,使分散系中粒子的Zeta电势绝对值尽可能大,从而制得抗团聚性较好的膳食纤维分散体系,使膳食纤维的生理功能得到更好的发挥。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

新鲜豆渣。

木瓜蛋白酶(酶活 $\geq 6000\text{U/mg}$)、氢氧化钠、盐酸、乳化剂和稳定剂。

1.2 仪器与设备

GYS-200 高压均质机 上海申鹿; Microfluidizer Processor M-700 微射流仪 美国Microfluidics公司; NICOMP 380/ZLS 纳米粒度分析仪 美国PSS 粒度分析仪公司; 超声波震荡仪 山东奥波超声电器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 膳食纤维溶液制备

原料→预处理→碱液处理→离心→取滤渣,漂洗至中性→蛋白酶水解→离心去除水分→清水洗涤滤渣→取样保存→均质处理→微射流瞬时高压(IHP)处理

1.3.2 膳食纤维溶液粒度测定

采用美国PSS(Particle Sizing Systems)公司生产的NICOMP 380/ZLS 纳米粒度分析仪对添加乳化稳定剂前后

的纤维样品进行粒度分布和平均粒度测定^[2],比较分析物料在添加乳化稳定剂前后的粒度变化情况,反映乳化稳定剂对膳食纤维抗团聚性的影响。样品配制过程中要辅以超声波和机械搅拌处理,以达到更好的分散效果。

1.3.3 膳食纤维溶液 Zeta 电位的测定

采用美国PSS(Particle Sizing Systems)公司生产的NICOMP 380/ZLS 纳米粒度分析仪对添加乳化稳定剂前后的纤维样品进行表面电位测定,对添加乳化稳定剂前后物料的稳定性的比较。电位测定时所配制溶液的浓度须小于0.1%。所测得的电位若其绝对值大于25就说明溶液比较稳定,乳化稳定效果好^[5]。

1.3.4 膳食纤维溶液稳定性测定^[6-7]

在有刻度的离心管中,准确加入配制好的膳食纤维溶液10ml,然后在3500r/min离心速度下离心15min,除去上层液,准确称取沉淀物重量,利用公式(1)计算沉淀率:

$$\text{沉淀率}(\%) = \frac{\text{沉淀物重量(g)}}{10\text{ml溶液重量(g)}} \times 100 \quad (1)$$

2 结果与分析

2.1 稳定剂作用效果试验

为了使膳食纤维达到较好稳定效果,选用五种稳定剂,即卡拉胶、海藻酸钠、黄原胶、魔芋胶和CMC-Na进行单一的试验。在试验中发现,选用单一的稳定剂不能维持膳食纤维的长期稳定。由于魔芋胶的加入会使膳食纤维溶液出现明显的分层,因此不宜采用。选用其他四种进行 $L_{16}(4^5)$ 正交试验,试验表明,对膳食纤维稳定性最大的是CMC-Na,其次是黄原胶和卡拉胶,海藻酸钠影响不明显。

2.2 选择影响产品品质较优的乳化剂

选用四种乳化剂,即土温-20、单甘酯、司班-60、蔗糖酯S-11分别进行实验。以制品的平均粒度、Zeta电位的绝对值、稳定性测定值以及口感为指标,获得较好的单体乳化剂对膳食纤维抗团聚性的作用,结果见表1。

从表1中可以看出,对膳食纤维稳定性影响最大的是单甘酯,其次是蔗糖酯,司班-60和土温-20影响最小。

表1 不同乳化剂对膳食纤维抗团聚性的影响
Table 1 Effects on glomeration of dietary fiber by different emulsifying agents

乳化剂	添加量(%)	平均粒度(nm)	Zeta电位的绝对值	沉淀率(%)	状态, 口感
空白	0	1134.7	8.61	8.36	出现分层, 有砂感
土温-20	0.03	960.4	19.83	6.58	出现分层
单甘酯	0.03	755.8	30.31	2.82	细腻, 无砂感
司班-60	0.03	1020.8	22.34	5.35	有砂感
蔗糖酯S-11	0.03	838.7	28.40	3.71	细腻, 无砂感

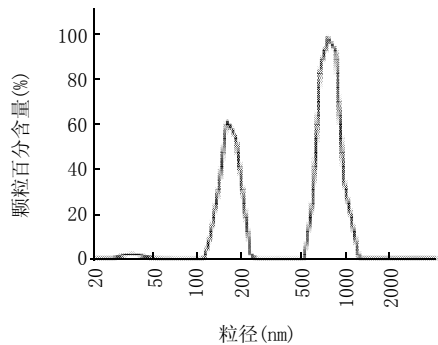


图1 单独添加单甘酯时膳食纤维粒度分布
Fig.1 Particle size distribution when add glycerol monostearate single

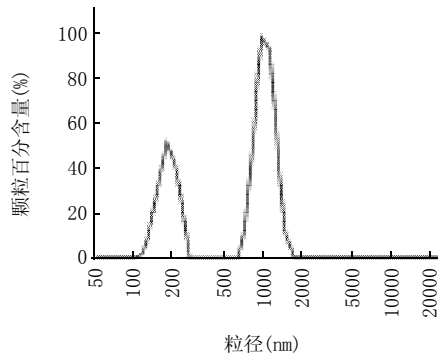


图2 单独添加蔗糖酯时膳食纤维粒度分布
Fig.2 Particle size distribution when add sucrose ester single

单独使用乳化剂对膳食纤维抗团聚性有一定的影响,如图1、2所示的粒度分布图来看,单独添加单甘酯或蔗糖酯对膳食纤维都有较好的分散作用,但是分布出现了多个峰,这就说明单独添加乳化剂时会使膳食纤维分布不均匀。因此,必须复配乳化剂才能使膳食纤维达到均匀分散的效果。

2.3 乳化稳定剂复合使用对膳食纤维团聚性的影响

单独使用乳化剂的复合物只对膳食纤维的团聚性有影响,单独使用增稠稳定剂也只能影响膳食纤维的稳

定性,而对其团聚性没有作用。因此,需要将乳化剂与增稠剂混合使用,才能同时发挥稳定性和抗团聚性的作用。

根据以上实验,选用CMC-Na、黄原胶、卡拉胶作稳定剂,单甘酯和蔗糖酯作乳化剂进行 $L_9(4^3)$ 正交试验。试验表明:对膳食纤维稳定性和抗团聚性的影响最大的是单甘酯,其次是CMC-Na、蔗糖酯、黄原胶,卡拉胶最小。最佳组合是0.04%单甘酯、0.06%蔗糖酯S-15、0.23% CMC-Na、0.05%黄原胶和0.02%卡拉胶。使用上述乳化稳定剂,能使膳食纤维达到很好的稳定性和抗团聚性如表2所示。

结果表明,随着微射流压力的增大膳食纤维的团聚性越来越严重,经140MPa压力处理后团聚最为明显,处理一次后物料平均粒径从处理前的1134.7nm增大到处理后的1447.4nm,二次处理后变为1915.0nm,三次处理后增大到2426.5nm。但是加入乳化稳定剂后,纤维粒度又急剧变小,并且Zeta电位绝对值也发生了很大的变化。

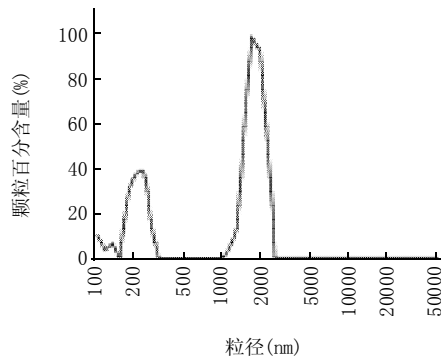


图3 加入乳化稳定剂前膳食纤维粒度分布
Fig.3 Particle size distribution before emulsifying agent and stabilizing agent added

从图3和图4可以看出,添加乳化稳定剂前后,膳食纤维的粒度分布有了非常明显的变化,纤维颗粒的平

表2 乳化稳定剂对膳食纤维稳定性和抗团聚性的影响
Table 2 Effects on glomeration of dietary fiber by composite emulsifying stabilizers

处理压力 (MPa)	处理 次数	加乳化稳定剂前平均粒径 (nm)	加乳化稳定剂后平均粒径 (nm)	加乳化稳定剂前Zeta 电位绝对值	加乳化稳定后Zeta 电位绝对值
微射流处理前	1	1134.7±102.1	431.0±93.5	8.61	24.53
	1	889.8±98.3	465.2±72.3	9.01	24.21
	2	1016.4±306.6	353.9±81.3	13.51	26.34
	3	1701.4±556.3	293.1±83.4	13.49	27.22
120	1	1285.0±524.5	358.4±69.9	12.46	25.18
	2	1495.3±616.5	516.2±92.0	11.35	23.84
	3	1891.2±765.2	386.1±93.1	13.76	28.74
130	1	1447.4±221.4	487.5±75.3	12.45	30.55
	2	1915.0±185.5	353.2±42.7	13.86	29.47
	3	2426.5±668.1	202.4±58.5	15.28	31.15

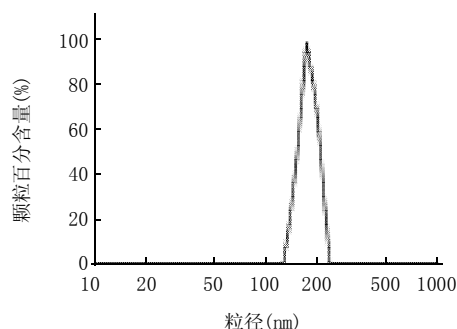


图4 加入乳化稳定剂后膳食纤维粒度分布

Fig.4 Particle size distribution after emulsifying agent and stabilizing agent added

均粒度从1134.7nm减小到了202.4nm。且从图中可以看出处理前的膳食纤维颗粒分布很不均匀,粒度分布出现了多个峰。而处理后分布相当均匀,跨度只有150~300nm。由此可见,不管从抗团聚性还是稳定性来讲,该乳化稳定剂对膳食纤维有很好的稳定分散效果。

3 结 论

3.1 膳食纤维在微射流瞬时高压作用下因吸附能大于排斥能容易发生团聚。要使颗粒分散,就必须增强颗粒间的排斥作用能,加入合适的乳化稳定剂可以提高膳食纤维的表面电位,从而增加了颗粒间的排斥作用,可

以达到分散颗粒的效果。这样可以解决因粉体出现团聚而无法测其真实粒度的问题。

3.2 由于各种稳定剂的功能和作用机理不同,它们的使用量直接影响到产品质地、口感特征和稳定性。过量使用稳定剂不仅使产品成本上升,同时使产品口感不佳。而有些稳定剂由于其溶解度和溶液中分散度的限制,给混料工艺带来特殊要求。经上述实验,得出大豆膳食纤维溶液的最佳乳化稳定剂配方及用量为单甘酯0.15%、S-11蔗糖酯0.15%、魔芋胶0.03%、黄原胶0.02%。经比较,其抗团聚性良好。

参考文献:

- [1] 张志焜, 崔作林. 纳米技术与纳米材料[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002: 175-177.
- [2] 刘成梅, 刘伟, 林向阳, 等. Microfluidizer对膳食纤维微粒粒度分布的影响[J]. 食品科学, 2004(1): 52-55.
- [3] 聂福德, 李凤生. 超细粉体在液相中的分散性研究进展[J]. 化工进展, 1996(4): 24-28.
- [4] 陈霞, 杨香久, 徐永华, 等. 豆渣膳食纤维制备工艺研究[J]. 大豆科学, 2001(2): 128-132.
- [5] 李强, 高濂, 栾伟玲, 等. 纳米ZnO制备工艺中Zeta电位与分散性的关系[J]. 无机材料学报, 1999(10): 813-817.
- [6] 陈正宏, 郑博强, 陈敢, 等. 果汁乳饮料稳定性的研究[J]. 食品科技, 2000(5): 40-41.
- [7] 吕心泉, 闵健慧, 安辛欣. 复配乳化稳定剂的研制及其在饮料中的应用[J]. 中国食品添加剂, 2003(1): 57-72.



研究发现袋鼠奶是超级杀菌武器

据澳大利亚政府初级产业部的研究人员称, 尤金袋鼠(Macropuseugenii)奶可杀死顽固细菌。在此项研究中, 科学家们在尤金袋鼠的乳汁中发现了30多种抗菌成分。

研究人员称, 尤金袋鼠幼仔的免疫系统在出生100d后才开始得到发展, 但是这种袋鼠却始终能够幸免于各类传染病的侵袭。因此, 澳大利亚科学家们才决定对此类袋鼠这一独一无二的抗菌功能进行研究。

在此项研究中, 科学家们借助先进的计算机技术在尤金袋鼠乳汁中发现了一种叫AGG01的超强抗菌素。在接下来的研究中科学家们还发现, 这种抗菌素能够在30min内杀死各种已知细菌。它具有超强杀菌能力, 不但能够抑制恶菌的生长, 甚至可以杀死99%的细菌, 对顽强的沙门氏菌、大肠杆菌、链球菌、念珠菌及抗药性金黄葡萄球菌尤其有效。

在今后的研究中, 澳大利亚科学家们还将确定这种抗菌素是否对人类的健康造成危害。在目前的实验研究中, 科学家们已经得知这种超强抗菌素对人类的机体组织会造成一定的损害。