

文章编号:1009-038X(2003)02-0083-05

微胶囊壁材选择对粉末油脂品质的影响

王亮¹, 张慤¹, 张少宁¹, 孙金才²

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214036; 2. 浙江海通食品集团股份有限公司, 浙江 宁波 315300)

摘 要: 研究以水解大豆蛋白、麦芽糊精以及乳化剂、稳定剂等复合作为微胶囊壁材, 用喷雾干燥法制备粉末大豆色拉油和粉末猪油, 使油脂便于包装, 使用方便. 由此法制出的粉末油脂, 包埋效率可达 75%, 产率可达 90% 以上.

关键词: 微胶囊; 大豆蛋白; 大豆色拉油; 猪油; 喷雾干燥

中图分类号: TS 22

文献标识码: A

Effect of Microcapsule's Wall Material's Selection on the Quality of Oil and Fat Powder

WANG Liang¹, ZHANG min¹, ZHANG Shao-ning¹, SUN jin-cai²

(1. School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China; 2. Zhejiang Haitong Food Group Co. LTD, Ningbo 315300, China)

Abstract: In this study, soy protein hydrolysate (SPH), maltodextrin (MD), emulsifier and hydrocolloids were used as the compound wall material, and powders of soybean salad oil and lard were produced by spray-drying technique. These products are very convenient for packaging and use. as a result, the embedding rate could reach 75%, and the production yield could exceed 90%.

Key words: Microcapsule; Soy protein; Soybean salad oil; Lard; Spray drying

大多食品属于一种具有复杂结构的多组分胶体混合物, 多数组分在不同程度上都有可能与其它组分发生化学反应. 由多组分组成的各种营养素, 也都极易受外界不良环境因素(光线、温度、pH 值、氧气、水等)的影响而发生劣变; 在加工过程中, 应考虑在加工条件下减少营养物质的劣变和损失. 对于上述问题, 应用微胶囊技术可以得到很好的解决, 因为用微胶囊技术生产出来的产品能保护被包

埋的微粒子物料, 首先避免其与其它组分发生不良反应; 同时使其与外界不良环境因素隔绝, 在保持物料原有色、香、味的同时, 减少了劣变损失或延长保质时间, 提高了产品质量^[1]; 而且使一些不易贮存或加工的物料变成稳定且流动性好的固体, 拓展使用范围, 简化生产工艺. 所以, 微胶囊技术在国外食品加工业中的应用已相当普遍.

试验用喷雾干燥法^[2]研制粉末大豆色拉油和

收稿日期: 2002-07-09; 修回日期: 2002-10-09.

作者简介: 王亮(1977-), 男, 新疆乌鲁木齐人, 食品科学与工程硕士研究生.

粉末猪油^[3]的微胶囊产品,主要工作是筛选出效果好的微胶囊壁材组成,以期制备出包埋量大,包埋效率较高的微胶囊产品。

1 材料与方法

1.1 原料与试剂

大豆色拉油:上海嘉里粮油工业有限公司生产;大豆分离蛋白(SPI):山东绿原食品有限公司产品;麦芽糊精(DE20):山东天绿原食品有限公司产品;中性蛋白酶 1398:无锡酶制剂厂购得;琼脂:中国医药(集团)上海化学试剂公司产品;明胶:中国医药(集团)上海化学试剂公司产品;单甘酯:上海试剂二厂产品;吐温-60:中国医药(集团)上海化学试剂公司产品;卵磷脂、石油醚(30~60℃沸程)、无水乙醇、无水乙醚、氢氧化钠、盐酸,所用试剂均为AR级。

1.2 主要仪器

XHF-1 高速分散器:上海金达生化仪器厂生产;高压均质机:英国 APV 公司产品;高速离心喷雾干燥机(QZ-5):锡山市林洲干燥厂生产;电热恒温鼓风干燥箱:上海跃进医疗器械厂生产;电子天平:上海天平仪器厂产品;HJ-3 型恒温磁力搅拌器;NDJ-5S 粘度计:上海天平仪器厂产品;SC69-02C 水分快速测定仪:上海精密科学仪器有限公司产品;电热恒温水浴锅:Mettler Toledo 320-S PH 计;

1.3 粉末油脂的生产工艺

制壁材水溶液→添加稳定剂→加入大豆色拉油(猪油)→高速分散→高压均质→喷雾干燥→成品

试验就是要得出最佳的壁材组成及配比,然后挑选稳定剂,经过均质和喷雾干燥后得出成品。均质压力对乳状液稳定性影响很大。均质前体系中的油滴大小不均匀,油滴相互碰撞后容易产生絮凝或簇集,絮凝的油滴以群体方式运动,使上浮速度加快,从而引起破乳。经过均质,油滴受高剪切力作用而变小,粒子大小分布较均匀,使体系趋于稳定,有利于提高微胶囊化产品的效率。

进风温度过高,会引起产品粒子表面的开裂,导致微胶囊化效率和产率下降;降低进风温度,可防止芯材因挥发而损失,保持粒子结构完整。然而,进风温度过低(低于 180℃),由于产品水分含量高,喷雾干燥时沾壁现象严重,影响产品的收集;同时,过高的水分也不利于产品的保存。提高进风温度,可较快的形成玻璃态的壁,有利于阻止油的损

失。

出风温度升高,有利于缩短产品颗粒的降速干燥过程,迅速形成完整致密的壁结构,降低囊芯油的损失,从而提高产品的效率和产率;同时,也可使产品水分含量降低,有利于改善喷雾干燥效果。但出风温度过高,也会导致产品因过度受热而开裂,微胶囊化效率下降。

1.4 分析测定方法

1.4.1 大豆蛋白水解度(DH)测定 采用 pH-State 法,水解度 DH 的计算如下式^[4]:

$$DH = h \times 1/h_{\text{tot}} \quad (1)$$

$$DH = B \times c_b \times 1/\alpha \times 1/m_p \times 1/h_{\text{tot}} \quad (2)$$

其中 B 为 NaOH 的用量(毫升); c_b 为碱的摩尔浓度; α 为 α -NH₂ 的解离度, $\alpha = 10^{\text{pH}-\text{pK}}/(1 + 10^{\text{pH}-\text{pK}})$, α -NH₂ 的 $\text{pK}_a = 7.5$; m_p 为蛋白质的质量(kg); h_{tot} 为底物蛋白质的肽键总量(meq/g),大豆分离蛋白的 $h_{\text{tot}} = 7.8$; h 为水解成肽键的量(meq/g 蛋白质)。

1.4.2 微胶囊包埋效率(MEE)的测定 $MEE = 1 - \text{产品表面含油量}/\text{产品总的含油量}$

产品表面含油量用 10 min 振荡萃取法测定;产品总含油量用索氏抽提法测定。

1.4.3 微胶囊产率(MEY)的测定 $MEY = \text{产品中的总含油量}/\text{加入到乳状液中的油脂量}$

1.4.4 乳状液粘度的测定 采用转子粘度计在室温条件下测定,转速为 6 r/min。

1.4.5 产品水分的测定 采用 SC69-02C 水分快速测定仪测定。

1.4.6 乳状液稳定性的测定 将均质后得到的乳状液放入 50 mL 的具塞量筒内,静置 10 h,未分层的体积数与总体积之比就是该乳状液的稳定系数: $\text{稳定系数} = \text{未分层体积}/\text{总体积}$

1.4.7 微胶囊产品溶解性的评价 将微胶囊化粉末油脂放入热水中,搅拌,观察它的溶解情况:油释放出的状态,未溶解的蛋白质量等,并计算时间。

2 结果与讨论

2.1 壁材中大豆水解蛋白与麦芽糊精比例对微胶囊效果的影响

实验表明,当蛋白质与麦芽糊精的比例太大,蛋白质所形成的膜强度不够,致使在喷雾干燥时,油滴表面所形成的微胶囊膜不致密,通透性很强,产品的微胶囊化效率低^[5];但当水解蛋白质很少时,由于蛋白质的乳化能力不够,而麦芽糊精又没有乳化作用,不能在油滴表面形成具有粘弹性的

膜,所以产品的微胶囊化效率也较低.因此,需要在蛋白质和麦芽糊精之间调配出适当的比例,使溶液中蛋白质的含量能够稳定油滴,并能与足够的麦芽糊精结合成性能良好的微胶囊膜.

用大豆水解蛋白(SPH)和麦芽糊精(MD)质量分数之比分别为 0.6:1,0.8:1,1:1,1:1.25 的混合体,加入大豆色拉油(占总固形物质量分数的 80%)后,配成占总固形物质量分数为 20%的乳化液,经高速分散(20 000 r/min)后,在 20 Mpa 下均质 2 次,然后喷雾干燥.测定产品的微胶囊化效率和产率,结果比较如图 1 所示.

为了达到较好的包埋效果,必须选择有效的乳化剂和稳定剂以增加乳化液的稳定性.从图 1 中可以看出, $w(\text{SPH}):w(\text{MD})$ 较低时微胶囊效率和产率都不高,这是由于包埋量比较大,SPH 用量少则乳化能力不够乳状液不稳定.因此,有必要提高 SPH:MD 的比例,增加 SPH 的用量,从而提高乳化能力.但是随着 SPH 的用量增加,会引起乳状液的粘度的上升,给均质和喷雾干燥带来困难,所以必须确定一个比较合适的用量,同时减少乳状液的总固形物质量分数,控制稳定剂的用量.由图 1 可知,在 SPH:MD 为 1:1 时包埋效率最高.

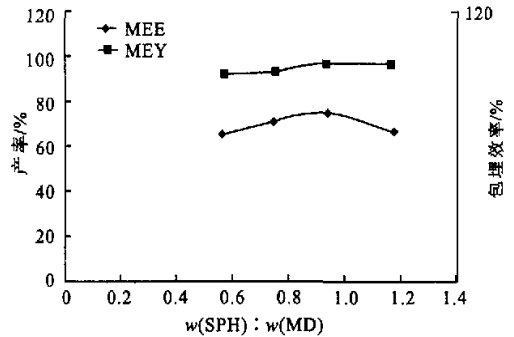


图 1 大豆水解蛋白和麦芽糊精比例对微胶囊效果的影响

Fig.1 Effect of proportion of soy protein hydrolysate and maltodextrin on microcapsule

2.2 乳化剂的选用对乳化液稳定性的影响

2.2.1 卵磷脂和单甘酯对乳化液稳定性的影响
选用 SPH 与 DE 值为 20 的麦芽糊精质量分数之比为 0.8:1,将不同比例的卵磷脂和单甘酯分别加入油中,混匀.将大豆色拉油(占总固形物的 80%)加入壁材溶液中配成固形物质量分数为 25%的溶液,经高速分散后,测定产品的稳定性,结果如表 1 所示.

由表 1 可看出:在壁材为大豆水解蛋白时,单

甘酯对提高乳化液稳定性效果不好,将单甘酯和吐温-60 一同使用时乳化液稳定性有所提高,这可能是亲水性的吐温-60 的作用.继续试验,以确定吐温-60 的用量.

表 1 卵磷脂和单甘酯对乳化液稳定性的影响

Tab.1 Effect of lecithin and mono-acylglycerol on stability of emulsion

乳化剂种类	乳化剂质量分数/%	稳定时间/h	稳定系数
单甘酯	0	10	0.31
单甘酯	0.8	10	0.34
单甘酯	2	10	0.25
单甘酯+吐温-60	1.6+0.4	10	0.35
卵磷脂	1	10	0.30

2.2.2 单甘酯和吐温-60 复配 HLB 值对乳化液稳定性的影响
选用单甘酯和吐温-60 作乳化剂,将它们单用和复配起来使用,以期达到使水包油的乳化液稳定的效果.

大豆色拉油添加的质量分数为 80%, $w(\text{SPH}):w(\text{MD})$ 为 0.8:1,将单甘酯溶于油中,吐温-60 溶于壁材水溶液中,将油相与水相混合后用高速分散机分散 30 秒(20 000 r/min),测其乳化液稳定性,并确定它们的用量.比较结果如表 2 所示.

表 2 单甘酯和吐温-60 复配 HLB 值对乳化液稳定性的影响

Tab.2 Effect of built HLB of mono-acylglycerol and tween-60 on the stability of emulsion

单甘酯+吐温-60 质量分数/%	复配 HLB 值	稳定时间/h	稳定系数
0.8	6	10	0.26
0.8	8	10	0.28
0.8	10	10	0.30
0.4	14.9	10	0.32
0.8	14.9	10	0.40

注:HLB 值越高表示亲水性越强.

由表 2 可看出,使用水解大豆蛋白做壁材时,使用的乳化剂的复配 HLB 值在亲水区比较好,当只使用吐温-60 一种乳化剂时,效果比较好,可显著提高乳化液的稳定性.但是经过试验得知吐温-60 使用量稍多的话(超过 0.4%),在较高温度时会使微胶囊产品熔化,将油释放出来,特别在喷雾干燥

时会造成非常严重的粘壁现象,收集产品时很困难.所以不能使用吐温-60 来稳定乳化液.

2.3 稳定剂的选择及添加量对对乳化液稳定性的影响

选择 $w(\text{SPH}):w(\text{MD})$ 为 0.8:1,加入油脂配成总固形物的质量分数为 20% 的乳化液,分别添加明胶和琼脂,并改变它们的用量.明胶用量在质量分数 0.5% 以下,琼脂用量在质量分数 0.01% ~ 0.05% 之间.将乳化液高速分散(20 000 r/min)后,放入 50 mL 具塞量筒中,静置 10 h 后观察分层情况,测定其稳定性.比较结果如表 3 所示.

表 3 各种稳定剂对乳化液稳定性的影响
Tab.3 Effect of various stabilizers on the stability of emulsion

稳定剂种类	稳定剂质量分数/%	稳定系数
无	无	0.36
明胶	2.5	0.38
琼脂	0.2	0.70
琼脂	0.09	0.56

由表 3 可看出,使用琼脂可提高乳化液稳定性.继续试验,确定琼脂的最佳用量.结果见表 4.

表 4 琼脂使用量对乳化液稳定性的影响
Tab.4 Effect of agar quantity on the stability of emulsion

琼脂质量分数/%	稳定系数	乳化液粘度/(mPa·s)
0.02	0.34	75.2
0.05	0.46	84.3
0.09	0.56	96.5
0.15	0.62	134.2

由表 4 可看出:使用琼脂的效果较好,但使用量大的话会使乳化液粘度增大,使均质和雾化比较困难,微胶囊化效果不佳,所以其较为合适的添加量为质量分数 0.09%.

2.4 乳化液中总固形物质量分数对微胶囊化效果的影响

选用 $w(\text{SPH}):w(\text{MD})$ 为 1:1,分别配成总固形物质量分数为 20%,25%,30% 的乳化液,添加质量分数为 0.09% 的琼脂,油脂的包埋量质量分数为 80%,经过两次均质(20 Mpa),喷雾干燥制得微胶囊产品.产品比较见表 5.

通过表 5 可以看出,选择乳状液的总固形物质量分数为 25% 时,微胶囊化效果最好,总固形物质量分数太低,乳状液的稳定性差,而固形物质量分数稍高一些可以阻止油滴上浮,保持乳状液的稳定性,提高微胶囊化的效率.

表 5 总固形物质量分数对微胶囊化效果影响
Tab.5 Effect of total solid content on microcapsule

固形物质量分数/%	微胶囊效率/%	微胶囊产率/%
20	67.5	94.2
25	72.4	96.6
30	均质后粘度太大,难以喷雾干燥	

2.5 粉末大豆色拉油的制备以及产品基本指标

2.5.1 工艺参数对微胶囊化效果的影响 只均质一次,乳状液乳化难以充分和均匀,乳状液的乳化稳定性较低,产品的效率和产率也较低.随着均质次数增加,微胶囊化效率和产率均提高.均质 3 次后,乳化已很充分和均匀,乳化液的稳定性已较高,所得的微胶囊产品的效率和产率升高不明显.因此,选定均质次数为 3 次.选定进风和出风温度分别为 190℃ 和 85℃.

2.5.2 产品指标 所获小试产品的指标如表 6 所示.

表 6 产品指标
Tab.6 The index of product

测定项目	指标
微胶囊包埋率	75/%
微胶囊产率	97.8/%
水溶性	良好
水分质量分数	3/%

2.6 粉末猪油的制备以及产品基本指标

2.6.1 SPH 与 MD 质量分数比例的确定 用大豆水解蛋白(SPH)和麦芽糊精(MD)质量分数之比为 0.6:1,0.8:1,1:1,1:1.25,加入猪油(占总固形物质量分数的 80%),后配成质量分数为 25% 的乳化液,经高速分散(20 000 r/min)后,在 30 MPa 下均质 2 次,然后喷雾干燥.测定产品的微胶囊化效率和产率如表 7 所示.

由表 7 可看出,微胶囊猪油的壁材中 SPH 和 MD 之比在 1:1 时微胶囊化效果较高.所以,选定粉

末猪油的壁材组成为 1:1。

表 7 大豆水解蛋白和麦芽糊精比例对微胶囊效果的影响
Tab.7 Effect of proportion of soy protein hydrolysate and maltodextrin on microcapsule

w (SPH): w (MD)	微胶囊	微胶囊
	包埋效率(MEE)/%	产率(MEY)/%
0.8:1	73.2	94.2
1:1	78.6	96.1
1.25:1	70.3	95.5

2.6.2 琼脂作稳定剂的添加量 将一定比例和数量的大豆水解蛋白和麦芽糊精溶于水,制得水溶液,再将琼脂溶于少量水,将其添加制得壁材水溶液,再加入已熔化的猪油,用高速分散机分散后均质,测稳定性.结果见表 8。

表 8 琼脂使用量对乳化液稳定性的影响
Tab.8 Effect of agar quantity on the stability of emulsion

琼脂质量分数/%	稳定系数
0.02	0.40
0.05	0.52
0.09	0.60
0.15	0.63

当使用琼脂的量过多时会增加乳状液的粘度,影响均质和喷雾干燥.所以确定琼脂的质量分数为 0.09%。

所获小试产品的指标如表 9 所示。

表 9 产品指标
Tab.9 The index of product

测定项目	指标
微胶囊包埋率	80/%
微胶囊产率	94.6/%
水溶性	良好
水分质量分数	3/%

3 结 论

制作大豆色拉油的微胶囊产品的配方为:SPH:MD 为 1:1,乳状液总固形物质量分数为 25%,使用琼脂为稳定剂,其质量分数为 0.09%,包埋量质量分数为 80%.工艺条件为:均质压力为 30 MPa,均质 3 次.进风温度为 190 ℃,出风温度为 85 ℃。

参考文献:

[1] Judie D Dziezak. Microencapsulation and encapsulated ingredients[J]. *Food Technology*, 1988, 4:136 - 148.
[2] W E Bangs, G A Reineccius. Characterization of selected materials for lemon oil encapsulation by spray drying[J]. *Journal of Food Science*, 1990, 55(5):1356 - 1358.
[3] 王喜泉,孙树坤.微胶囊技术生产粉末油脂[J]. *大豆通报*, 2000, (2):21 - 25.
[4] Adler Nissen J. *Enzymic Hydrolysis of Food Proteins*[M]. London: Elserier Applied Science Publishers LTD, 1986. 122 - 144.
[5] Moshe Rosenberg, Isaiah J Kopelman. Ascanning Electron Microscopy Study of Microencapsulation[J]. *Journal of Food Science*, 1985, 50:139 - 144.

(责任编辑:杨 萌)