

南瓜籽油的微胶囊化研究

杨伊磊^{1,2}, 黄 晴^{1,2}, 廖卢艳^{1,2}

(1. 湖南农业大学 东方科技学院, 湖南 长沙 410128;

2. 湖南农业大学 食品科学技术学院, 湖南 长沙 410128)

摘 要:采用喷雾干燥法将南瓜籽油进行微胶囊化,通过单因素和正交实验确定最佳的复合壁材配比、芯壁材配比及乳化剂的添加量,得到南瓜籽油微胶囊化的最佳工艺条件。结果表明,南瓜籽油微胶囊制备的最佳条件为阿拉伯胶与麦芽糊精的质量比为1:1、芯材与壁材的质量比为1:5、乳化剂的添加量为3.5%,此时南瓜籽油微胶囊的包埋率为81.05%。

关键词:南瓜籽油;喷雾干燥;微胶囊;包埋率

中图分类号:TS 225.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2015)06-0040-04

Microencapsulation of pumpkin seed oil

YANG Yi-lei^{1,2}, HUANG Qing^{1,2}, LIAO Lu-yan^{1,2}

(1. Orient Science and Technology College, Hunan Agricultural University, Changsha Hunan 410128;

2. Food Science and Technology College, Hunan Agricultural University, Changsha Hunan 410128)

Abstract: The micro-encapsulation of pumpkin seed oil was studied by spray drying. The optimal ratio of compound wall, core to wall, and the addition of emulsifier were determined by single factor and orthogonal experiments. The result showed that: the optimal condition from orthogonal experimental design was: the ratio of compound wall of gum arabic and maltodextrin was 1:1, the ratio of core to wall was 1:5, the addition of emulsifier was 3.5%. Under the optimal condition, the embedding rate of the pumpkin seed oil micro-encapsulation was 81.05%.

Key words: pumpkin seed oil; spray drying; microencapsulation; embedding rate

南瓜籽油是以优质南瓜籽果仁为原料,通过不同提取方法制得的可食用油料物质。南瓜籽油营养价值高,含有丰富的不饱和脂肪酸,如亚麻酸、亚油酸、植物甾醇、氨基酸、维生素和矿物质等多种生物活性物质,尤其是锌、镁、钙和磷的含量极高。此外,南瓜籽油中含有一种可称为男性荷尔蒙的活性生物触媒剂成分,能够消除前列腺的初期肿胀,对泌尿系统及前列腺增生具有良好的治疗和预防作用,而且能起到降血脂、抗氧化作用^[1-3]。南瓜籽油因其香味独特、丰富,在国外作为一种新型的保健油深受欢迎,具有良好的经济价值^[4]。但南瓜籽油易受光照、空气、水等外界因素的影响发生氧化反应,破坏油中原有的营养物质及风味物质,影响油的品质。

通过微胶囊化,可以使芯材物质免受外部环境的影响,降低挥发性,提高稳定性,可最大限度地保持原有的色香味、性能和生理活性,防止营养物质的破坏与损失^[5-7]。喷雾干燥成为一种使产品便于贮存、运输和加工,改善产品的营养保健功能,提高产品的附加值的微胶囊技术^[8-9]。这种方式的微胶囊技术已应用于多种产品的研制,如喷雾干燥法制取宝石鱼油微胶囊技术的研究^[10]、喷雾干燥工艺制备大豆异黄酮微胶囊的研究^[11]、喷雾干燥法制备芥末油微胶囊^[12]等等,但关于南瓜籽油微胶囊的研究还不是很。

本文通过采用不同的复合壁材配比、芯壁材配比、乳化剂添加量,利用喷雾干燥制备南瓜籽油微胶囊产品,并以包埋率为效果评定指标选取最优配方。这对于实现南瓜籽资源的深加工利用有一定的促进作用。

收稿日期:2015-05-11

基金项目:湖南省大学生创新性研究项目(DFCXS201202)

作者简介:杨伊磊,1991年出生,女,硕士研究生。

通讯作者:廖卢艳,1982年出生,女,博士。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料

南瓜籽油:由湖南农业大学食品科技和生物技术湖南省重点实验室提供。

1.1.2 试剂

阿拉伯胶、麦芽糊精、蔗糖脂肪酸酯、甘油单硬脂酸酯、石油醚(30~60℃沸程)等均购自国药集团化学试剂有限公司。

1.1.3 主要仪器与设备

WPG—220A 喷雾干燥机,山东奥诺能源科技有限公司;BME100L 高剪切混合乳化机,上海威宇机电制造有限公司;DGG—9070 型电热恒温鼓风干燥箱,上海森信实验仪器有限公司;SHZ—B 电热恒温水浴锅,上海浦东物理光学仪器厂;TP—213 型分析天平,北京赛多利斯仪器系统有限公司。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程

配料→乳化→均质→喷雾干燥→微胶囊。

配料:采用阿拉伯胶和麦芽糊精为复合壁材,按照一定芯材、壁材的配比先称取一定量的复合壁材,加入 350 mL 的水,并用电炉加热,用玻璃棒搅拌使其溶解,再缓慢加入一定量的南瓜籽油,搅拌均匀。

乳化均质:根据南瓜籽油的添加量加入复合乳化剂(蔗糖脂肪酸酯:甘油单硬脂酸酯=1:1),加热,不断用玻璃棒搅拌,待其完全溶解后,用转速为 3 000 r/min 的高剪切混合乳化机均质 10 min,使溶液混合均匀,无颗粒状固体存在,呈乳状液。

喷雾干燥:将均质后的乳状样液进行喷雾干燥(设置喷雾干燥机的进口温度为 180℃,出口温度为 80℃,均质压力为 30 MPa),得到南瓜籽油微胶囊。

1.2.2 单因素实验

选取复合壁材配比、芯壁材配比、乳化剂添加量为实验因素,对研制的南瓜籽油微胶囊的总含油量和表面含油量进行测定,并计算其包埋率。

复合壁材配比的选择:阿拉伯胶与麦芽糊精的配比分别为 3:1、2:1、1:1、1:2、1:3,加水约 350 mL,

加热使其溶解,再缓慢加入芯壁材配比为 1:5(8 g)的南瓜籽油,3% 的乳化剂(蔗糖脂肪酸酯、单甘脂分别为 0.12 g)进行乳化均质,对均质后的乳状液进行喷雾干燥,得到南瓜籽油微胶囊。

芯壁材配比的选择:采用阿拉伯胶与麦芽糊精配比为 1:1(各 20 g),加水约 350 mL,加热使其溶解,再缓慢加入南瓜籽油,其中芯壁材配比分别为 1:1、1:3、1:5、1:7、1:9,添加 3% 的乳化剂(蔗糖脂肪酸酯、单甘脂分别为 0.12 g)进行乳化均质,对均质后的乳状液进行喷雾干燥,得到南瓜籽油微胶囊。

添加剂添加量的选择:采用阿拉伯胶与麦芽糊精配比为 1:1(各 20 g),加水约 350 mL,加热使其溶解。再缓慢加入芯壁材配比为 1:5(8 g)的南瓜籽油,添加剂添加量选取 1%、2%、3%、4%、5% 五个水平进行乳化均质,对均质后的乳状液进行喷雾干燥,得到南瓜籽油微胶囊。

1.2.3 正交实验因素水平的选择

在单因素实验结果基础上,以复合壁材配比、芯壁材配比、乳化剂添加量为因素,进行三因素三水平的正交实验,测定南瓜籽油微胶囊的总油含量和表面含油量,计算其包埋率。以包埋率为考察指标,通过正交实验确定南瓜籽油微胶囊制备的最适条件。正交实验因素水平见表 1。

表 1 正交实验因素水平

水平	A	B	C
	阿拉伯胶:麦芽糊精	芯材:壁材	乳化剂的添加量/%
1	0.5:1	1:4	2.5
2	1:1	1:5	3
3	1:0.5	1:6	3.5

1.2.4 南瓜籽油微胶囊包埋效果测定

南瓜籽油微胶囊化的包埋效果用包埋率来衡量:

包埋率 = $(1 - \frac{\text{表面油含量}}{\text{总油含量}}) \times 100\%$ 。

总油含量的测定参照 GB/T 5009.6—2003 中的索氏抽提法;表面油含量的测定:准确称取 2 g 南瓜籽油微胶囊于烧杯中,将 50 mL 石油醚分 3 次加入烧杯,每次均振荡、过滤,合并滤液,再将滤液用 50℃ 水浴加热,蒸出石油醚,称重得到的南瓜籽油的质量即为南瓜籽油微胶囊的表面油含量^[5]。

2 结果与分析

2.1 单因素实验结果

2.1.1 复合壁材配比的确定

选择不同的复合壁材配比(阿拉伯胶与麦芽糊精的质量比),制得南瓜籽油微胶囊,对其进行总含油量和表面含油量的测定,并计算出包埋率,结果如图1所示。

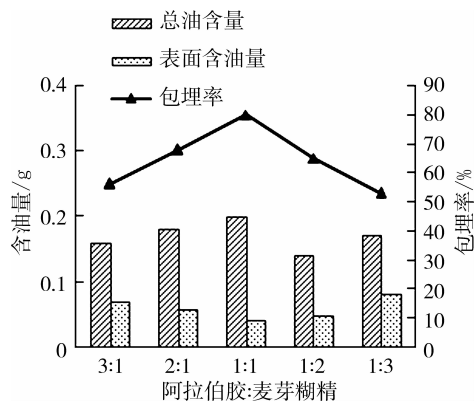


图1 不同复合壁材配比的测定结果

由图1可知,复合壁材对比对南瓜籽油微胶囊的包埋率有较明显的影响。当阿拉伯胶与麦芽糊精的比例为1:1时,南瓜籽油微胶囊的总含油量最高,表面含油量最低,包埋效果最好,得到的微胶囊的包埋率最高,为80.00%。复合壁材配比(即阿拉伯胶与麦芽糊精的配比)越接近1:1,包埋率越高。由于复合壁材配比直接影响所组成的壁材的乳化性、成膜性、粘度以及吸潮性,因此其对微胶囊包埋率的影响最大。综上,选取0.5:1、1:1、1:1.5这3个复合壁材配比用于正交实验。

2.1.2 芯壁材配比的确定

选择不同的芯壁材配比,制得南瓜籽油微胶囊,对其进行总含油量和表面含油量的测定,并计算出包埋率,结果如图2所示。

由图2可知,芯壁材对比对南瓜籽油微胶囊的包埋率有较明显的影响。随着芯材与壁材质量比的增加,南瓜籽油的添加量减少,测得微胶囊的总含油量相应减少,表面油含量减少,包埋率先增加,当芯壁材配比达到1:5时,微胶囊的包埋率达到最高,为78.95%。但随着芯壁材配比的继续增加,微胶囊的包埋率反而降低,包埋效果降低。因此,选取1:4、1:5、1:6这3个芯壁材的配比用于正交实验。

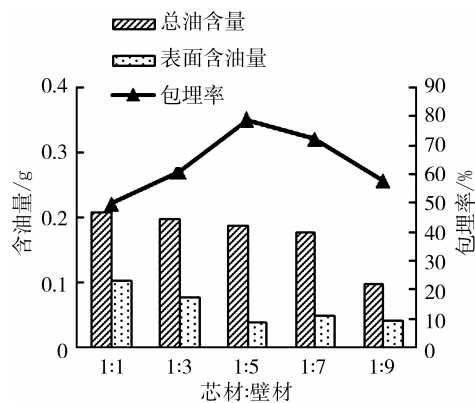


图2 不同芯壁材配比的测定结果

2.1.3 乳化剂添加量的确定

选择不同的乳化剂添加量,制得南瓜籽油微胶囊,对其进行总含油量和表面含油量的测定,并计算出包埋率,结果如图3所示。

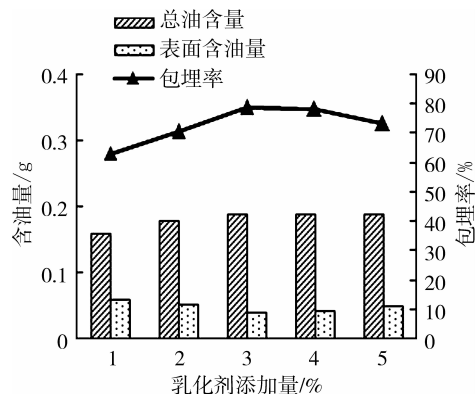


图3 不同乳化剂添加量的测定结果

由图3可知,乳化剂的添加量对南瓜籽油微胶囊包埋率的影响相对较小。随着乳化剂添加量的增加,微胶囊的包埋率先小幅增加,当乳化剂的添加量为3%时,微胶囊的包埋率达到峰值,随后包埋率趋于稳定。说明乳化剂添加量的增加有利于包埋的效果,但达到最大值后再增加乳化剂添加量则包埋率无明显增加。根据实际情况,并从经济角度出发(乳化剂的添加量越少越好),选取2.5%、3%、3.5%这3个乳化剂的添加量用于正交实验。

2.2 正交实验结果与分析

由于各因素之间相互交叉影响,为全面考察南瓜籽油微胶囊的最佳工艺条件,根据单因素实验结果,以复合壁材配比(即阿拉伯胶与麦芽糊精的质量比)、芯壁材配比、乳化剂添加量为考察因素,选取 $L_9(3^4)$ 正交表进行正交实验,实验结果见表2。

表 2 正交实验结果

实验号	A	B	C	空列	包埋率/%
1	1	1	1	1	66.12
2	1	2	2	2	73.53
3	1	3	3	3	70.11
4	2	1	2	3	78.23
5	2	2	3	1	81.05
6	2	3	1	2	75.52
7	3	1	3	2	71.63
8	3	2	1	3	70.86
9	3	3	2	1	65.21
K ₁	209.76	215.98	212.50	212.38	
K ₂	234.80	225.44	216.97	220.68	
K ₃	207.70	210.84	222.79	219.201	
k ₁	69.920	71.993	70.833	70.793	
k ₂	78.267	75.147	72.323	73.560	
k ₃	69.233	70.280	74.263	73.067	
R	9.034	4.867	3.430	2.767	
主次因素	A>B>C				
最优组合	A ₂ B ₂ C ₃				

通过极差分析可知(表 2),各因素对南瓜籽油微胶囊包埋率的影响主次顺序为:A>B>C,即复合壁材配比(阿拉伯胶与麦芽糊精的质量比)>芯壁材配比>乳化剂添加量。采用喷雾干燥制备南瓜籽油微胶囊的最佳工艺参数为 A₂B₂C₃,即阿拉伯胶与麦芽糊精的配比为 1:1;芯壁材配比为 1:5,乳化剂添加量为 3.5%,此时,南瓜籽油微胶囊的包埋率为 81.05%,此结果与牛广财^[5]得到的包埋率(90.2%)有一定的差距,这可能与总固形物的浓度有关,总固形物浓度稍低,使得体系的粘度不够大,部分芯材向壁表面扩散迁移了。

3 结论

正交实验结果表明:采用喷雾干燥法制备南瓜

籽油微胶囊时,影响南瓜籽油微胶囊包埋率的因素主次顺序为:复合壁材配比>芯壁材配比>乳化剂添加量。由正交实验确定的南瓜籽油微胶囊制备的最佳条件是 A₂B₂C₃,即复合壁材配比(阿拉伯胶与麦芽糊精的质量比)为 1:1,芯壁材的配比为 1:5,乳化剂添加量为 3.5%,此时南瓜籽油微胶囊的包埋率达到 81.05%。

参考文献:

[1]朱英莲. 南瓜籽油提取工艺优化及油脂氧化稳定性研究[J]. 粮食与油脂, 2015, 28(1): 24-26.

[2]李星, 娄丽娟, 刘会娟, 等. 南瓜籽油的营养功能与制取方法[J]. 农业机械, 2013, 3(1): 42-44.

[3]程红娜, 黄小蕾. 南瓜籽油对大鼠血脂及抗氧化作用的影响[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(8): 44-46.

[4]Schinas P, Karavalakis G, Davaris C, et al. Pumpkin (Cucurbita pepo L.) seed oil as an alternative feedstock for the production of biodiesel in Greece[J]. Biomass and bioenergy, 2009, 33(1): 44-49.

[5]牛广财, 朱丹, 李志江, 等. 南瓜籽油微胶囊化的研究[J]. 中国农学通报, 2007, 23(9): 181-185.

[6]徐振波, 梁军, 陈丽丽, 等. 微胶囊化粉末油脂的研究与应用进展[J]. 食品工业科技, 2014, 35(5): 392-395.

[7]马菲菲, 钟芳, 李玥, 等. 高载量微胶囊化棕榈仁油粉末油脂的制备[J]. 食品与发酵工业, 2013(1): 81-85.

[8]周爱梅, 万艳娟, 李少华, 等. 喷雾干燥及热风干燥对南瓜粉营养特性和感官品质的影响[J]. 现代食品科技, 2011, 27(5): 528-533.

[9]张韻慧, 任斯嘉, 胡文文, 等. 喷雾干燥技术对食品微胶囊性质影响的研究进展[J]. 食品与机械, 2013(2): 214-217.

[10]康吟, 陶宁萍, 王锡昌. 喷雾干燥法制取宝石鱼油微胶囊技术研究[J]. 粮食与油脂, 2007(6): 28-30.

[11]孙肖明, 霍学芹. 喷雾干燥工艺制备大豆异黄酮微胶囊的研究[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(10): 97-100.

[12]盖旭, 李荣, 姜子涛. 以大豆分离蛋白为壁材喷雾干燥法制备芥末油微胶囊[J]. 中国调味品, 2012, 37(3): 72-75.