

喷雾干燥法制取宝石鱼油微胶囊技术的研究(I)

康吟, 陶宁萍, 王锡昌

(上海水产大学食品学院, 上海 200090)

摘要: 以宝石鱼油微胶囊制品的包埋率作为主要评价指标, 考察了宝石鱼油微胶囊的壁材配方组成。通过对五组壁材配方的喷雾效果及微胶囊制品特性的比较, 得出宝石鱼油微胶囊适宜壁材配方组成为: 变性淀粉 46.75%、酪蛋白酸钠 2%、鱼油 20%。

关键词: 微胶囊; 宝石鱼油; 喷雾干燥; 壁材

中图分类号: TQ028.6⁺72; 文献标识码: A; 文章篇号:1673-9078(2007)07-0059-04

Study on Microencapsulation of Jade Perch Oil by Spray-Drying Technique (I)

KANG Yin, TAO Ning-ping, WANG Xi-chang

(College of Food Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Encapsulation efficiency was used as the main evaluating index for achieving the best encapsulated wall composition of microencapsulation of jade perch (*Scortum barcoo*) oil. By comparing the spray-drying effects and the characteristics of the microcapsule, the optimal contents of modified starch, sodium caseinate and jade perch oil were 46.75%, 2% and 20%, respectively.

Key words: microencapsulation; jade perch oil; spray-drying; wall materials

宝石鱼 (*Scortum barcoo*), 又名宝石鲈、宝石斑, 是我国近几年从澳大利亚引进的一种优良淡水养殖品种, 由海水鱼演变而来, 其肉无腥味、异味, 口感爽滑甘美, 营养价值高, 自上市以来备受消费者青睐^[1]。宝石鱼不可食部分中内脏占的比例很高, 其内脏的脂肪含量高达 87.06%, 约为鲈鱼内脏的 17 倍, 鲑鱼内脏的 5 倍多。宝石鱼不饱和脂肪酸在内脏中所占比例为 57.22%, 多不饱和脂肪酸中 EPA 和 DHA 所占的比例较高, 在宝石鱼内脏中 EPA 和 DHA 的含量分别占多不饱和脂肪酸总量的 4.18%和 16.16%, 故其内脏“油团”的综合利用将会有十分广阔的前景^[2]。

将鱼油制备成微胶囊, 即制成粉末状鱼油制品, 可以使鱼油与外界不良因素隔绝, 既保持了鱼油的固有特性, 又弥补了液态鱼油的不足之处, 这种新型鱼油制品不仅能适应现代化工业生产, 而且贮存、运输和使用均相当方便。

本研究将宝石鱼油制成微胶囊对宝石鱼内脏的综合利用具有一定的实际指导意义, 同时还提供工艺途径, 为工业化生产宝石鱼油微胶囊提供理论依据。

收稿日期: 2007-03-24

基金项目: 上海市教育委员会基金项目(科 05-229)

作者简介: 康吟(1980-), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品营养与卫生

1 材料与方法

1.1 材料

宝石鱼油(于实验室由宝石鱼内脏中提取); 阿拉伯胶(英国安迪布朗公司); 明胶(上海联合食品添加剂有限公司); 变性淀粉 CLEARGUM co01 (ROQUETTE 公司); 大豆分离蛋白(瑞泰行化学股份有限公司); 酪蛋白酸钠(宁波江东天腾生物制品有限公司); 麦芽糊精(上海联合食品添加剂有限公司); 蔗糖脂肪酸酯 SE 15 (杭州瑞霖化工有限公司); 以上材料均为食品级。

1.2 仪器

BS124S型电子分析天平; 88-1型定时恒温磁力搅拌器; XW-80A型旋涡混合器; HWS26型电热恒温水浴锅; NDJ-5S型数字式粘度计; FJ200型实验室高剪切乳化机; GYB60-6S型实验室高压均质机; 190型喷雾干燥机; 101A-1型干燥箱; TDL-50B型离心机。

1.3 微胶囊化宝石鱼油的工艺流程

制备壁材溶液→加入宝石鱼油和乳化剂的混合溶液→高速分散→高压均质→乳化液→喷雾干燥→宝石鱼油微胶囊。

1.4 测定方法

1.4.1 乳化液稳定性的测定

使用具塞量筒法^[3]。取50 mL乳化液于50 mL具塞

量筒中, 置40℃恒温水浴24 h, 观察乳化液的分层情况。

乳化液稳定性(%)=(未分层体积/乳液总体积)×100

1.4.2 乳化液粘度的测定

于100 mL烧杯中配制100 mL宝石鱼油微胶囊乳化液, 高速分散均质后, 采用NDJ-5S型数字式粘度计在室温条件下测定。

1.4.3 宝石鱼油微胶囊化效果的评定

包埋率(Micro-Encapsulation Efficiency, MEE)指鱼油微胶囊实际被包埋量与理论被包埋量的比值^[4]。

包埋率(%)=[1-(制品表面油含量/制品中的总油含量)]×100

1.4.3.1 宝石鱼油微胶囊制品表面油的提取^[5]

每100 g油脂粉末表面吸附的油脂重量即其表面油含量。采用有机溶剂(石油醚)萃取间接测定法^[6], 准确称取微胶囊化鱼油制品(W₁)至干燥的三角瓶(W₂)中, 加入30 mL石油醚, 提取5 min, 其间不断轻轻振荡, 用已知重量的滤纸(W₃)过滤样品, 再用10 mL石油醚洗涤两次, 将三角瓶和滤纸移入60℃烘箱中烘至恒重, 置于干燥器中冷却, 称重(W₄)。

表面油含量(g)=[(W₁+W₂+W₃-W₄)/W₁]×100

1.4.3.2 宝石鱼油微胶囊制品总油的提取

每100 g油脂粉末中所含有的总的油脂重量即为总油含量。采用罗紫-哥特里测定法^[7], 准确称取微胶囊化鱼油制品(W₁)至干燥的三角瓶中, 加10 mL的60℃热水, 使样品充分溶解后, 加入1.25 mL浓度为25%的氨水, 充分混匀, 置60℃水浴中加热5 min, 再充分振荡2 min后, 加入10 mL乙醇, 充分摇匀1.5 min, 再加入25 mL乙醚, 振荡1.5 min后, 加入25 mL石油醚, 再振荡1.5 min。将所有液体转移至分液漏斗中振荡1.5 min后静置分层, 将上层液体移入已称重的小烧杯(W₂)中, 重复萃取三次, 合并萃取液, 在60℃水浴上蒸干溶剂, 再置于60℃烘箱中烘至恒重, 于干燥器中冷却, 称重(W₃)。

总油含量(g)=[(W₃-W₂)/W₁]×100

1.4.4 宝石鱼油微胶囊制品水分含量的测定

采用烘箱干燥法, 参照GB5009.3-85。于95-105℃烘箱中干燥2-4 h, 称至恒重。

1.4.5 宝石鱼油微胶囊制品溶解度的测定^[8]

称取水分含量为B的样品W g, 于50 mL烧杯中, 在25~30℃下用38 mL蒸馏水, 分数次将样品溶解, 并移入50 mL离心管中, 加塞, 将上述离心管置于离心机中, 离心10 min, 倾去上清液, 并用棉栓擦净管

壁。再加入25~30℃的蒸馏水38 mL, 上下摇动, 使沉淀悬浮, 再置离心机中离心10 min, 倾去上清液, 并用棉栓擦净管壁, 用少量水将沉淀洗入已知重量为W₁的称量皿中, 先在沸水浴上蒸干水分, 再移入105℃烘箱中干燥至恒重, 测重量为W₂。

溶解度(%)={1-[(W₂-W₁)/(W-W_B)]}×100

2 结果与讨论

2.1 宝石鱼油微胶囊壁材的初选

阿拉伯胶是一种天然的植物胶, 作为壁材具有良好的附着力和成膜性, 但喷雾干燥过程中高温受热会使得胶体分子降解, 乳化性能下降, 导致包埋率降低, 本研究包埋得到的宝石鱼油微胶囊包埋率仅为20.8%。阿拉伯胶价格也相对较贵, 成本较高。在阿拉伯胶做壁材的基础上加入明胶后, 乳化液的粘度有所上升, 致使喷雾干燥过程粘壁现象较为严重, 得到的微胶囊制品包埋率也只达到了35.6%。

变性淀粉CLEARGUM co01在原淀粉上加了疏水侧链和亲水侧链, 有亲水亲油双重性质, 从而使其具有上等的成膜性和优良的乳化性。它与传统的微胶囊壁材阿拉伯胶等相比, 包油量可提高近1倍; 在高含油量制品中可减少表面油存在, 负油量高达40%^[9]。在本研究中, 用变性淀粉CLEARGUM co01包埋20%的鱼油量, 得到了77.8%的最高包埋率, 明显优于用阿拉伯胶、明胶做壁材制备得到的微胶囊制品包埋率。变性淀粉CLEARGUM co01粘度也较阿拉伯胶和明胶低, 可配制高浓度低粘度的溶液, 不会对喷雾干燥过程产生很大的影响。同时, 变性淀粉CLEARGUM co01的生产成本也较低^[9]。

本研究首先拟定三组壁材配比, 将这三组不同的配方分别配成乳化液高压均质后进行喷雾干燥, 得到宝石鱼油微胶囊制品, 对制品进行感官、包埋率、水分含量、溶解度等特性的比较, 结果见表1。

从表1和对喷雾干燥过程的观察可以看出, 这三组壁材配方中, 变性淀粉作为壁材包埋宝石鱼油在喷雾干燥过程中最为顺利, 制品的包埋率和产率最高, 感官性能也是最佳, 且三者在水分含量和溶解度两方面的指标差异不大, 最后选择变性淀粉作为主要包埋壁材进行下一步的壁材配方研究。

2.2 宝石鱼油微胶囊壁材的复选

变性淀粉作为微胶囊壁材属于碳水化合物类, 选择蛋白质类壁材大豆分离蛋白(Soy Protein Isolated, SPI)和酪蛋白酸钠分别与其复配, 不仅在功能上可以互补并协同增效, 还可以增加微胶囊制品的营养价值。

变性淀粉和大豆分离蛋白的复配选择加入大豆分离蛋白的量分别为 2%、4%和 6%，分别测定其乳液的粘度和乳化稳定性，结果见表 2。

表 1 不同壁材配方包埋的宝石鱼油微胶囊制品特性比较

Table 1 Comparison of the characteristics of microencapsulated fish oils with different compositions of wall materials

组别	配方	包埋率/%	水分含量/%	溶解度/%	感官评价
1	阿拉伯胶 5%、麦芽糊精 10%、蔗糖酯 0.4%、鱼油 4.5%	20.8	2.93	93.5	粉末色泽为浅黄，颗粒有结块现象，易粘连成大颗粒
2	阿拉伯胶 3%、明胶 3%、麦芽糊精 12%、蔗糖酯 1%、鱼油 5.4%	35.6	3.07	92.9	色泽为浅黄，颗粒也有结块现象，但较好于组1
3	变性淀粉46.75%、鱼油20%	77.8	3.14	94.7	色泽为乳白色，颗粒细腻均匀，流动性好，很少结块

工业上生产奶粉时以 40%奶浓度的粘度（50 mPa.s）为准，粘度大于 50 mPa.s 则有可能超过机器的负荷，而且所得粉末粘壁极为严重，不利于制品的收集。故由表 2 可确定大豆分离蛋白的合适添加量为 2%。此外，这三种不同大豆分离蛋白含量的乳化液的乳化稳定性差别不大。

表 2 不同含量的大豆分离蛋白乳化液特性比较

Table 2 Comparison of characteristics of emulsions in different contents of SPI

大豆分离蛋白含量/%	乳化液粘度/mPa.s	乳化稳定性/%
2	29.2	97.6
4	58.8	98.2
6	81.3	100.0

酪蛋白酸钠的粘度较高，故变性淀粉和酪蛋白酸钠的复配中加入酪蛋白酸钠的量分别为 2%、3%和 4%，分别测定其粘度和乳化稳定性，结果见表 3。

表 4 变性淀粉为主要壁材的不同壁材配方包埋宝石鱼油微胶囊制品特性比较

Table 4 Comparison of the characteristics of microencapsulated fish oils in different compositions of wall materials under modified starch

组别	配方	感官评价	包埋率/%	水分含量/%	溶解度/%
3	变性淀粉46.75%、鱼油20%	粉末色泽为乳白色，颗粒细腻均匀，流动性好，很少结块	77.8	3.14	94.7
4	变性淀粉46.75%、大豆分离蛋白 2%、鱼油20%	色泽乳白色，颗粒细腻均匀，流动性很好，极少结块	80.9	3.08	94.2
5	变性淀粉 46.75%、酪蛋白酸钠 2%、鱼油20%	色泽乳白色，颗粒特别细腻均匀，流动性很好，极少结块	86.4	2.33	95.5

由表 4 可见，两种壁材配方制得的微胶囊制品包埋率均有提高，加入大豆分离蛋白后得到的微胶囊制品包埋率达到了 80.9%，比单一使用变性淀粉做壁材制得的微胶囊制品包埋率 77.8%高 3.1%；加入酪蛋白酸钠后得到的微胶囊制品包埋率最高，达到了 86.4%，比单一使用变性淀粉做壁材制得的微胶囊制品包埋率

表 3 不同含量的酪蛋白酸钠乳化液特性比较

Table 3 Comparison of characteristics of emulsions in different contents of sodium caseinate

酪蛋白酸钠含量/%	乳化液粘度/mPa.s	乳化稳定性/%
2	34.2	98.0
3	53.4	98.7
4	68.1	99.4

由表 3 可确定酪蛋白酸钠的合适添加量为 2%，含 3%和 4%酪蛋白酸钠的乳化液粘度过高，会给喷雾干燥带来困难。此外，这三种不同酪蛋白酸钠含量的乳化液的乳化稳定性差别也不大。

将添加量为 2%的大豆分离蛋白和酪蛋白酸钠分别与变性淀粉进行复配成乳化液后喷雾干燥。将喷雾干燥后的微胶囊制品进行感官、包埋率、水分含量、溶解度等特性的比较，结果见表 4。

高 8.6%，比加入大豆分离蛋白后得到的微胶囊制品包埋率高 5.5%。

大豆分离蛋白来源广、成本低，且具有良好的乳化性和成膜性，它能降低水和油的表面张力，由于这种乳化作用，使得其乳化液更稳定，包埋率也进一步提高。表 4 中大豆分离蛋白与变性淀粉的壁材配方在

喷雾干燥过程中几乎没有粘壁现象出现,产率高,其微胶囊制品感官性能也较好,色泽为乳白色,颗粒细腻均匀,有很好的流动性,极少结块。

酪蛋白酸钠与变性淀粉的壁材配方在本研究中得到了最高的包埋率,且喷雾干燥过程十分顺利,没有粘壁现象发生,产率较高,其微胶囊制品感官性能同样很好,色泽乳白,颗粒特别细腻均匀,极少结块,且水分含量较低,溶解度较高,物理性质较优于其他壁材配方制得的微胶囊制品。酪蛋白酸钠具有很好的增粘力和蛋白特有的起泡性和保气性,是很好的乳化稳定剂和增稠剂,此外,作为一种动物蛋白,酪蛋白酸钠还含有人体所需的各种必需氨基酸和多种微量元素,具有良好的营养价值,符合宝石鱼油微胶囊制品高营养价值的特点。

表 4 分析比较这三种不同壁材配方制得的宝石鱼油微胶囊制品特性后,选择宝石鱼油微胶囊的适宜壁材配方为:变性淀粉 46.7%、酪蛋白酸钠 2%、鱼油 20%,制得的宝石鱼油微胶囊制品包埋率为 86.4%。

3 结论与展望

将不同壁材配方制得的宝石鱼油微胶囊制品特性进行分析比较后,得到宝石鱼油微胶囊的适宜壁材配方为:变性淀粉(CLEARGUM co01) 46.7%、酪蛋白酸钠 2%、鱼油 20%。

本研究仅对喷雾干燥法制取宝石鱼油微胶囊的壁

材配方进行了筛选和拟定,今后还需要对适宜壁材配方进行正交优化,同时还要进一步研究宝石鱼油微胶囊制品的氧化稳定性。

参考文献

- [1] 王锡昌,陈俊卿.气相色谱法测宝石鱼油中的脂肪酸组成[J].广州食品工业科技,2004,21(1):81-83
- [2] 鲍丹,陶宁萍,丁卓平.宝石鱼、鲈鱼和鳊鱼的营养成分分析比较[J].上海水产大学学报,2006,15(1):123-127
- [3] 吴克刚,余刚哲,柴向华.油脂喷雾干燥微胶囊化的研究[J].食品科学,1998(1):34-37
- [4] M.Jimenez, H.S.Garcia and C.I.Beristain. Spray-drying microencapsulation and oxidative stability of conjugated linoleic acid[J]. Eur Food Res Technol, 2004(219): 588-592
- [5] 朱迅涛,许时婴.以大豆蛋白制备微胶囊化鱼油的研究(I)-微胶囊化鱼油的壁材选择[J].中国油脂,1998,23(5):31-34
- [6] M.Rosenberg. Microencapsulating Properties of Whey Protein-1: Microencapsulating of Anhydrous Milk Fat[J]. J.of Dairy Sci., 1993, 76(10): 2868-2885
- [7] 大连轻工业学院,华南理工大学,西北轻工业学院,等.食品分析[M].北京:中国轻工业出版社,1994.143
- [8] 孔保华,郑冬梅,林淑英,等.鱼油微胶囊技术的研究[J].食品工业科技,1999,20(5):8-10
- [9] 秦海丽,温怀宇,顾正彪.淀粉质原料在微胶囊中应用[J].粮食与油脂,2003,(10):14-16

(上接第58页)

参考文献

- [1] 王向明.浅论速冻水饺现状及发展趋势[J].食品科技,2002,(12):40-41
- [2] 宋家臻.漫谈速冻水饺制品[J].肉类工业,1997,(3):34-36
- [3] 宋新兰,陈文华.速冻饺子的研制[J].食品研究与开发,1989,10(3):25
- [4] 张长中,谢华,张秋英.降低速冻水饺冻裂率的初探[J].肉类工业,2000(3):19-20
- [5] 娄爱华,杨泌泉.面粉特性与冷冻水饺品质相关性的研究[J].冷饮与冷冻食品工业,2004,10(2):1-4
- [6] 李永本.水饺质量的评定方法及其应用[J].粮食与饲料工业,1995(12):30-33
- [7] 关裕亮,周志荣,褚庆华,等.出口速冻水饺质量控制与提高的研究[J].现代商检科技,1998,8(6):1-5
- [8] 朱俊晨,翟迪升.速冻饺子品质改良工艺的研究[J].食品科学,2004,25(3):208-210
- [9] 欧仕益,李爱军,杨爱华.磷酸盐在速冻水饺中的应用[J].广州食品工业科技,2000(2):1-3
- [10] 单晓红.影响速冻水饺皮品质的主要因素分析[J].肉类工业,2003(7):23-26
- [11] 许秀峰,李桂玉.速冻水饺、速冻汤圆生产缺陷的改善[J].冷饮与速冻食品工业,2004,10(3):36-40
- [12] 郝利平,夏延斌,陈永泉,等.食品添加剂[M].北京:中国农业大学出版社,2002
- [13] 齐兵建.蔗糖酯的生产与应用进展[J].食品科技,2004(9):49-52
- [14] 汪明礼.食品工业用磷酸盐及其进展[J].适用技术市场,2000(8):30-31
- [15] 韩敏仪,李巧玲.复合磷酸盐在食品中的应用[J].中国食品添加剂,2004(3):93-96
- [16] 王钦德.食品试验设计与统计分析[M].北京:中国农业大学出版社,2002