

微胶囊核桃粉加工工艺的研究

薛文通, 刘晓毅, 李寿佳

(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘 要: 核桃油脂含量在 50% ~ 70%, 其中 90% 以上是不饱和脂肪酸, 因此被中医学认为有降低胆固醇、防止动脉硬化、补气养血、美容和抗衰老等作用。但是, 核桃仁中大量的不饱和脂肪酸极易氧化, 使其储存时间有限。本研究采用喷雾干燥微胶囊造粒法对核桃粉的加工工艺进行了研究, 利用明胶、大豆分离蛋白、糊精等水溶性壁材包裹核桃仁中的油脂, 再经喷雾干燥脱去壁材中的水分使之成为 O/W 型微胶囊, 从而防止油脂与外界氧的接触, 得到了油脂含量高达 35.3%、包埋率 85.7%、预测保质期 12 个月的核桃粉产品。

关键词: 微胶囊; 核桃粉; 烘烤; 乳化

中图分类号: S377

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)01-0230-04

0 引 言

核桃产品深加工的研究自 20 世纪 80 年代末开始, 但直到 1995 年才有关于核桃粉的研究, 这是因为核桃中存在的大量油脂不仅有碍于产品的速溶性, 而且影响产品的保质期。采用膨化^[2]和加糖^[3]两种方法能有效改善产品的速溶性, 用脱去核桃仁中的油脂^[4]或充氮包装等手段可延长产品货架期, 但加入大量的糖或者脱去油脂都会降低核桃粉的营养价值。国外对核桃粉的研究不多, 但对微胶囊技术的应用却很广泛。自 1953 年 NCR 公司将此技术开发成功以来^[5], 现已在无碳复写纸、医药、农药、黏合剂和助剂以及食品等多个领域得以应用。微胶囊由被包覆物和囊壁两独立相组成, 被包覆物也被称为芯材、核或填充物, 而囊壁则被称为壁材或保护膜。目前, 在我国已经成功的利用喷雾干燥微胶囊造粒技术生产出了猪油粉末油脂^[6-8]、微胶囊化芝麻油^[9]、微胶囊化花椒油^[10]以及微胶囊化偃松仁全粉和乳珍等^[11]。本研究将喷雾干燥微胶囊造粒技术应用于核桃粉的生产中, 即要运用微胶囊技术, 应用其水溶性壁材的成膜性来包裹核桃仁粉, 阻碍其油脂的氧化, 从而得到了高品质的微胶囊核桃粉产品。

1 材料与方法

1.1 实验材料

核桃仁(品种: 薄皮核桃, 产地: 云南楚雄)

表 1 实验用核桃仁的主要成分

Table 1 Principal components of the walnut used in this experiment

主要指标	脂肪含量/%	蛋白质含量/%	水分含量/%	核桃皮百分比/%	过氧化值 /meq · kg ⁻¹
核桃仁	67	14.6	4	15	0.94

蔗糖脂肪酸酯(HLB = 15), 甘油单硬脂酸酯(HLB = 3.8), 上海伊凡尔精细化工有限公司

TWEEN 80(HLB = 15)、SPAN 20(HLB = 8.6), 北京化工厂

大豆卵磷脂(HLB = 8.0), 清华紫光食品公司
黄元胶、羧甲基纤维素钠, 江门丰华精细化工公司
 β -环糊精(食品级), 青岛市水产实业总公司
海藻酸钠(食品级), 青岛市水产实业总公司
卡拉胶(精卡), 番禺桥兴食品有限公司
明胶(食品级), 杭州群利明胶化工有限公司
大豆分离蛋白, 哈尔滨黎明植物蛋白厂
麦芽糊精(DE = 29), 河南孟州市长鑫麦芽糊精厂
饱和 KI 溶液, 三氯甲烷—冰醋酸混合液, 硫代硫酸钠标准溶液, 淀粉指示剂均按 GB 配制。

1.2 主要仪器与设备

电热恒温水浴箱(SHH-W21 型), 北京市长风仪器仪表公司

BLENDER, 日本 JIRCA S 公司
数显黏度计(NDJ-8S 型), 上海天平仪器厂
球型磨(FSM-100 型), 沈阳机床第三机械制造厂
均质机(JHG-80 型), 上海张堰均质机有限公司
离心式喷雾干燥机(MDR-P-50 型), 无锡市现代喷雾干燥设备有限公司

1.3 实验方法

1.3.1 乳化实验操作步骤

乳化剂稳定剂+ 水+ 壁材 搅拌均匀 乳化磨浆
核桃仁 精选 烘烤——
过滤 调配 均质 喷雾干燥

1.3.2 实验要点

1) 乳化剂和稳定剂在未说明情况下添加量为核桃仁质量的 2%, 其实验工艺中的乳化磨浆采用 BLN-DER 12900RPM 打碎 1 min, 100 目过滤, 均质用 13600RPM 打 1 min, 然后静置 24 h, 记录分层体积数;

2) 工厂中式采用球型磨乳化磨浆, 均质机均质, 取样静置 24 h, 记录分层体积数确定均质压力;

3) 采用离心喷雾干燥方法, 其进风温度控制在 180 ± 5, 排风温度控制在 80 ± 5。

1.3.3 风味的评定(感官评定法)

评审小组由 7 位评审员组成, 对不同烘烤温度和时

收稿日期: 2003-04-08

作者简介: 薛文通(1963-), 男, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事农产品加工方向的研究。北京市海淀区清华东路 17 号 中国农业大学食品科学与营养工程学院, 100083

间下烘烤后的核桃仁进行感官评定, 确定各烘烤温度下的最佳烘烤时间。

1.3.4 过氧化值(按 GB 5009.37-1995)测定

1.3.5 乳化剂 HLB 值(亲水亲油平衡值)的计算^[12]

一般认为,HLB 值具有加和性,当乳化剂混合使用时,混合乳化剂的 HLB 值可按其组成中各种乳化剂的质量百分含量和各个乳化剂的 HLB 值加以核算,下面用两种乳化剂的混合物来举例计算其混合物的 HLB 值: $HLB = HLB(A) \times A \% + HLB(B) \times B \%$ 。

1.3.6 乳化稳定性的评定^[13]

分层体积数法: 将乳化好的核桃液倒入带刻度的试管中,常温下静置 24 h,观察上浮层(脂肪)和沉淀层(蛋白质等)的厚度,作为乳化稳定性的判定标准。

稳定性(%) = $\frac{\text{分层体积数}}{\text{总体积数}} \times 100\%$

1.3.7 产品指标的测定

正己烷洗涤法测表面含油量: 准确称取核桃粉 1.0 g(准确至 0.0001)平铺于布氏漏斗(Φ10 cm)中,在抽滤的同时用 30 mL 正己烷洗涤样品,收集洗涤滤液,回收正己烷,称重得洗涤油重 W_1 , 则

表面含油量(%) = $W_1 \times 100\%$

索氏抽提法测总含油量: 将 1.0 g 的核桃粉用 30 mL 的石油醚在 75℃ 下提取 12 h,收集抽提液,回收石油醚,称得总油质量 W_2 , 则

总含油量(%) = $\frac{(W_2 - W_1)}{W_2} \times 100\%$

溶解性实验: 用 450 g(80℃)蒸馏水搅拌溶解 50 g 核桃粉,精置 24 h 看是否分层。

货架寿命的测定^[15]: 采用强化实验,将产品放置在 65℃ 的恒温箱中储藏 10 d,每隔两天取样测定过氧化值。按照 Arrhenius 经验公式,对于正常化学反应,反应温度每升高 10℃,反应速度升高一倍,即 $K[T + 10] / K[T] = 2$ (K 为反应常数),而反应速度与货架寿命成反比,即反应速度常数越大,货架寿命越小,因此有 $Q(T) / Q(T + 10) = 2$ (Q 为食品货架寿命)。由表 2 知,实验的 1 d 相当于常温下(15℃)储藏 1 个月。

表 2 温度与货架寿命系数关系

Table 2 Relationship between temperature and the coefficient of shelf life

温度(T)/℃	65	55	45	35	25	15
系数	1	2	4	8	16	32

注: 食用油卫生标准 POV 为 11.8 meq/kg。

2 实验结果及讨论

2.1 核桃仁烘烤工艺的研究

实验发现核桃仁在不同温度下烘烤都可以达到期待的香味。图 1 表示获得最佳烘烤风味时的烘烤温度和时间,随着烘烤温度的增加,获得最佳风味的烘烤时间减少,且当温度大于 110℃ 时,风味物质很容易形成。图 2 表示各烘烤温度下获得最佳风味时油脂的过

氧化值,当温度从 80℃ 增加到 125℃ 时,油脂的过氧化值随烘烤时间的减短而降低,而当温度增至 140℃ 时,过氧化值却呈相反的趋势,这可能是因为当温度达到 140℃ 时,油脂氧化的诱导期急剧缩短所致。因此选择核桃仁烘烤风味最佳且氧化程度低的 125℃、90 min 时核桃仁中油脂的过氧化值为 4.18 meq/kg。

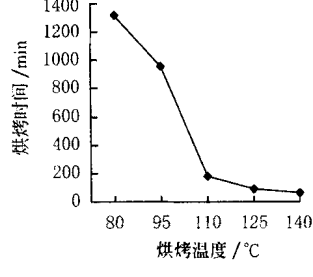


图 1 获得最佳风味时的烘烤温度及时间

Fig 1 Time and temperature when reaching the best flavour

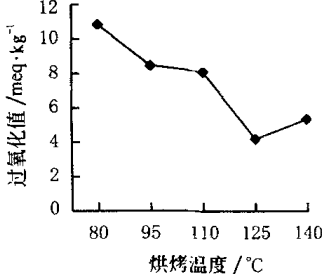


图 2 获得最佳风味时油脂的过氧化值

Fig 2 POV of oil when reaching the best flavour

2.2 乳化稳定性的研究

2.2.1 乳化剂 HLB 值的选择

图 3 是乳化剂在不同 HLB 值时与核桃液稳定性的关系图。从图中可以看出,随着乳化剂 HLB 值的增加稳定性先增加再降低,HLB 值为 10.5 时稳定性最好,可达 96.0%;当 HLB 值在 9.4 到 11.2 的范围内,乳化液稳定性大于 92%;当 HLB 值小于 9.0 时,乳化液絮凝、分层严重,这主要是因为此乳化液属于 O/W 型,所以当 HLB 值高时亲水性较强,溶液稳定性好,因此选择 HLB 值为 10.5 的乳化剂。

2.2.2 乳化剂种类的选择

图 4 是 HLB 值为 10.5 的复配乳化剂与核桃液稳定性的关系图。由图可知乳化剂的搭配与种类对核桃液稳定性的影响很大,其中由非离子型乳化剂搭配而成的乳化剂 6 的效果最好,可达 96.0%,其次是离子型乳化剂 8,可达 95.3%,由此可知,非离子乳化剂对核桃液的稳定性起主要作用,因此选择乳化剂 6。

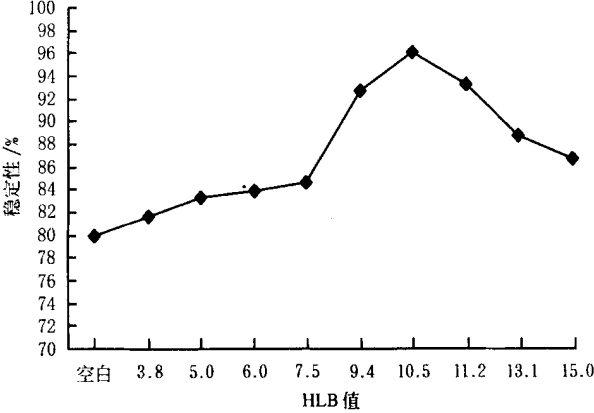


图 3 HLB 值对核桃液乳化稳定性的影响

Fig 3 Effect of HLB value on the emulsification stability of walnut solution

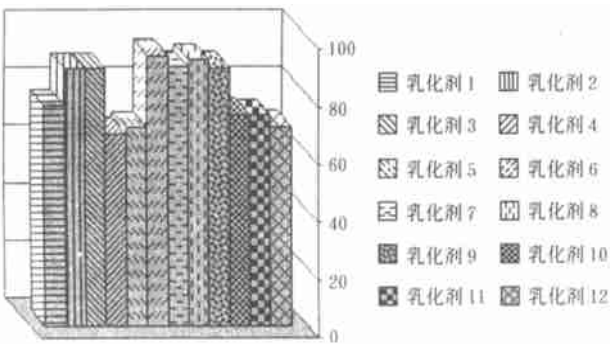


图 4 乳化剂种类对核桃液稳定性的影响

Fig 4 Effects of variety of emulsifiers on the stability of walnut solution

2.2.3 乳化剂添加量的确定

图 5 是乳化剂添加量对核桃液稳定性的关系图。可以看出, 乳化稳定性随着乳化剂添加量的增加而增加, 添加量增加到 6% 时稳定性趋于平稳; 当添加量从 1% 增加到 2% 时, 稳定性增加 1.6%, 而当添加量从 2% 增加到 10% 时, 稳定性增加 1.7%; 在综合考虑性价比的前提下, 选择 2% 的添加量, 此时稳定性可达 96%。

2.2.4 乳化温度的确定

图 6 是不同乳化温度与核桃液乳化稳定性的关系图。由图 6 可知, 随着乳化温度的增高, 乳化稳定性先增加再降低, 当乳化温度控制在 60~70 时, 乳化稳定性最好; 乳化温度是由乳化剂的种类和核桃蛋白质的性质所决定的, 因为核桃蛋白质的变性温度为 67.5 (远低于其它植物蛋白质), 所以乳化温度超过 70 时, 稳定性降低。一般来说, 随着温度增加, 乳化效果也会增加, 但温度继续升高, 蛋白质的乳化能力及乳化稳定性均下降, 因此我们选择 60 乳化。

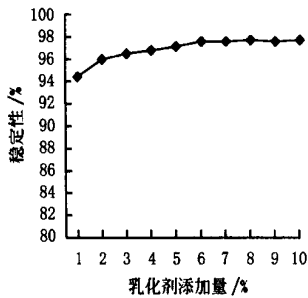


图 5 乳化剂添加量对核桃液稳定性的影响

Fig 5 Effect of additive amount of emulsifier on the stability of walnut solution

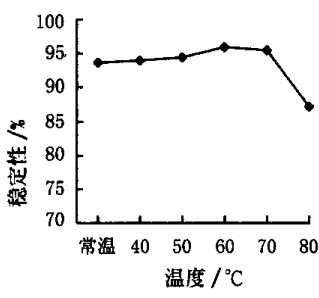


图 6 温度对核桃液稳定性的影响

Fig 6 Effect of temperature on the stability of walnut solution

2.2.5 稳定剂的选择

表 3 列出了不同稳定剂对核桃液乳化稳定性的影响。稳定剂种类和溶液的黏度对稳定性都有影响, 但黏度与稳定性之间不存在正相关性。卡拉胶在低黏度下对乳化液的稳定性作用大, 但热稳定性不好; 黄元胶虽对乳化液的稳定性作用不如卡拉胶, 但热稳定性较好, 从黏度和热稳定性的关系可知稳定性与溶液的黏度有关

系; 考虑乳化液要求热稳定性和低黏度, 选择复合稳定剂 3 作为核桃液的稳定剂。

表 3 不同稳定剂对稳定性的影响

Table 3 Effect of different stabilizers on the stability of walnut solution

稳定剂的种类	稳定性/%	溶液黏度/Pa·s	50 保温 20 min
β环糊精	98.7	10	分层
黄元胶	98.7	53	未分层
CMC	98.7	33	分层
卡拉胶	100	13	分层
海藻酸钠	100	27	分层
硬脂酰乳酸钠	98.7	13	分层
复合稳定剂 1	100	45	未分层
复合稳定剂 2	100	31	分层
复合稳定剂 3	100	40	未分层

2.2.6 均质压力的选择

由均质压力与核桃液乳化稳定性的关系 (图 7) 可知, 随着均质压力的增加, 溶液的稳定性逐渐增强, 均质后的乳状液细腻光滑; 当均质压力达 40 MPa 时, 乳化稳定性达 100%; 均质对乳状液稳定性的增效作用源于细化蛋白质和脂肪颗粒, 选择 40 MPa 均质。

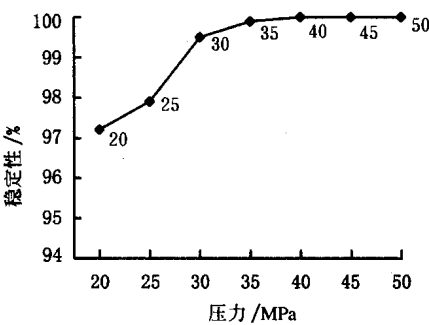


图 7 均质压力对核桃液稳定性的影响

Fig 7 Effect of homogeneous pressure on the stability of walnut solution

2.3 壁材配方的确定

根据实验研究及资料显示^[16-20], 大豆分离蛋白、明胶和 β 环糊精是包埋效果较好的食用型壁材, 实验设计了如表 4 所列 4 种壁材, 同时对产品的主要品质进行了评定; 其中配方 1 和 2 中的核桃仁经过了 125、90 min 烘烤, 而配方 3、4 中的核桃仁未经烘烤。

由表 4 可知, 在芯材与壁材比例相同的条件下, 且糊精:大豆分离蛋白=1:1.5 时, 增加环糊精的使用量可以提高微胶囊核桃粉中油脂的包埋率; 当壁材组成相似时, 壁材越多, 油脂包埋率越高; 产品的货架期不仅与包埋率呈正相关性, 而且与核桃仁中油脂的最初过氧化值有关, 因此配方 3、4 的包埋率虽较配方 2 低, 但预测货架期却较配方 2 长; 而产品的溶解性因为选用相同的乳化剂, 因此都表现出 24 h 静置不分层; 由于核桃仁经烘烤可以增加产品的芳香味, 因此综合上述各项指标, 实验确定采用配方 2 作为最终配方。

表 4 不同壁材组成对核桃粉品质的影响

Table 4 Effect of variety of wall materials on the quality of walnut powder						
配方(壁材组成)	芯壁材比例	包埋率/%	预测货架期	溶解性	风味	
1. 明胶 20, 大豆分离蛋白 120, β 环糊精 40, 麦芽糊精 40, 蔗糖 120	0.99	78.49	10 个月	不分层	浓香核桃味	
2. 明胶 20, 大豆分离蛋白 240, β 环糊精 80, 麦芽糊精 80, 蔗糖 150	0.72	85.70	12 个月	不分层	浓香核桃味	
3. 明胶 20, 大豆分离蛋白 120, 麦芽糊精 80, 蔗糖 120	0.99	76.12	> 12 个月	不分层	核桃味	
4. 明胶 20, 大豆分离蛋白 120, β 环糊精 80, 蔗糖 120	0.99	82.60	> 12 个月	不分层	核桃味	

3 结 论

本研究采用喷雾干燥微胶囊造粒法生产全脂核桃粉, 通过对核桃仁烘烤工艺和喷雾干燥前核桃液稳定性的研究以及微胶囊核桃粉壁材的选择, 最终得到了油脂含量高达 35.3%、包埋率 85.70% 的核桃粉产品, 用此法生产的核桃粉风味浓郁, 预测货架期可达 12 个月。

[参 考 文 献]

[1] 崔 莉, 等. 核桃蛋白质功能性质的研究[J]. 食品科学, 2000, 21(1): 14- 16

[2] 罗勤贵. 速溶核桃营养粉加工工艺的研究[J]. 食品工业科技, 1996, 3: 27- 31.

[3] 王 莉. 核桃精加工技术[J]. 食品工业科技, 1998, 2: 65

[4] 李汝玉, 等. 速溶核桃粉及其制备方法[J]. 达县崇新食品饮料公司, 1995, 7: 24

[5] 朱讯涛, 等. 以大豆蛋白制备微胶囊化鱼油的研究[J]. 中国油脂, 1998, 23(5): 31- 34

[6] 高福成. 现代食品工程高新技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1997, 5: 51- 91.

[7] 连政国, 等. 喷雾干燥粉末化猪油工艺参数的确定[J]. 农机与食品机械, 1996, 6: 8- 9

[8] 王喜泉. 微胶囊技术生产粉末油脂[J]. 大豆通报, 2000, 2: 21- 22

[9] 檀亦兵. 微胶囊化芝麻油的研制[J]. 中国油脂, 1998, 23(5): 35- 36

[10] 刘建辉, 等. 花椒油微胶囊制备工艺条件的研究[J]. 中国调味品, 1997, 6: 27- 28

[11] 微胶囊化偃松仁全粉(乳珍)[J]. 食品与机械. 2001, 2: 41.

[12] 房宽峻, 等. 乳化对微胶囊制备及渗透性能的影响[J]. 青岛大学学报, 1998, 13(4): 9- 12

[13] 罗永康. 粉末油脂研究[J]. 肉类研究, 1994, 2: 34- 36

[14] 吴克刚, 等. 油脂喷雾干燥微胶囊化的研究[J]. 食品科学, 1998, 19(1): 34- 37.

[15] 袁惠新, 陆振曦, 吕季章. 食品加工与保藏技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000: 496- 498

[16] Hirai D, Sakai A. Cryopreservation of in vitro-grown axillary shoot-tip meristems of mint by encapsulation verifications[J]. Plant Cell Reports. 1999, 19(2): 150- 155

[17] Yasumasa Minamoto, Shuji Adachi, Ryuichi Matsuno. Autoxidation of Linoleic Acid Encapsulated with Polysaccharides of Differing Weight Ratio[J]. Bioscience. 1999, 63(5): 866- 869

[18] Yilmaz G, Jongboom R O J. Effect of glycerol on the morphology of starch-sunflower oil composites[J]. Carbohydrate Polymers, 1999, 38(1): 150- 155

[19] Rosenberg. Milk derived whey protein-based microencapsulating agents and a method of use[P]. United States Patent: 5601760, February 11. 1997.

[20] Yajima. Stabilized oil and fat powder[P]. United States Patent: 4911942, March 27. 1990

Technology of processing microencapsulated walnut powder

Xue Wentong, Liu Xiaoyi, Li Shoujia

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: Walnut contains 50% ~ 70% oils and fats, in which over 90% are unsaturated fatty acids, accordingly reducing cholesterol, avoiding arteriosclerosis, enriching the blood, making beauty and resisting decrepitude of walnut are considered by herbalist doctors. A plenty of unsaturated fatty acids in walnut meat, however, are oxidative easily, which limits the shelf life of walnut meat. The processing technology of spray-dried microencapsulated walnut powder was studied. Glutin, soybean protein isolation and dextrine were used to encapsulate oils and fats. Ultimately the delicious products containing 35.3% fatty acids were obtained which reached the encapsulation rate of 85.7% and can be kept for 12 months.

Key words: microencapsulation; walnut powder; roast; emulsification