

## 微胶囊南瓜黄色素的稳定性研究

张寒冰<sup>1,2</sup>, 韩广源<sup>3</sup>, 董 玲<sup>1</sup>, 付红岩<sup>1\*</sup>

(1. 黑龙江东方学院 食品与环境工程学部, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江民族职业学院 食品与制药工程系, 黑龙江 哈尔滨 150066; 3. 黑龙江出入境检验检疫局 技术中心, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:** 用辛烯基琥珀酸淀粉酯钠和乳清分离蛋白对天然南瓜黄色素进行包埋, 制备成微胶囊南瓜黄色素, 并对其稳定性进行了研究, 旨在为其在食品工业中的生产提供理论依据。结果表明, 在芯壁比为 1:20(质量比)、壁材比(辛烯基琥珀酸淀粉酯钠:乳清分离蛋白)为 1:0.5(质量比)的条件下对南瓜黄色素进行微胶囊化, 包埋率可达 95.16%。与南瓜黄色素相比, 微胶囊南瓜黄色素的水溶性增强, 并且对光照、温度和 pH 值的稳定性均有较大提高。在 100℃ 加热 40 min 的条件下, 南瓜黄色素的吸光度下降 30.3%, 而微胶囊南瓜黄色素的吸光度仅下降 8.9%; 当 pH 值从 6 下降到 1 时, 南瓜黄色素的吸光度下降 13.3%, 而微胶囊南瓜黄色素的吸光度仅下降 5.0%; 光照 15 d 后, 南瓜黄色素的吸光度下降 6.2%, 而微胶囊南瓜黄色素的吸光度仅下降 2.3%。由此可见, 南瓜黄色素经微胶囊化后, 其稳定性明显提高。

**关键词:** 南瓜黄色素; 微胶囊; 制备; 稳定性

**中图分类号:** TS202.3    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1004-3268(2013)01-0139-04

## Study on Stability of Microencapsulated Pumpkin Yellow Pigment

ZHANG Han-bing<sup>1,2</sup>, HAN Guang-yuan<sup>3</sup>, DONG Ling<sup>1</sup>, FU Hong-yan<sup>1\*</sup>

(1. Food and Enviromental Engineering Department, East University of Heilongjiang, Harbin 150086, China; 2. Department of Food and Pharmaceutical Engineering, Heilongjiang Vocational College for Nationalities, Harbin 150066, China; 3. Technical Center of Heilongjiang Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau, Harbin 150086, China)

**Abstract:** The pumpkin yellow pigment was embedded with octenyl succinate starch ester sodium and whey isolated protein, and the stability of microencapsulated pumpkin yellow pigment was studied, so as to provide theoretical basis for its application in food industry. The results showed that the embedding rate of pumpkin yellow pigment was up to 95.16%, when the core-wall ratio was 1:20(m/m), and the ratio of octenyl succinate starch ester sodium to whey isolated protein was 1:0.5(m/m). Compared with the non-microencapsulated pumpkin yellow pigment, the water-solubility was increased, and the stability of microencapsulated pumpkin yellow pigment was improved greatly against light, temperature and pH value. The absorbance of pumpkin yellow pigment decreased by 30.3%, while the microencapsulated pumpkin yellow pigment decreased by 8.9% under 100℃ for 40 min; when the pH value decreased from 6 to 1, the absorbance of pumpkin yellow pigment decreased by 13.3%, while the microencapsulated pumpkin yellow pigment decreased by 5.0%; the absorbance of pumpkin yellow pigment decreased by 6.2%, while the

收稿日期: 2012-09-19

基金项目: 黑龙江省教育厅科学技术研究项目(11553076)

作者简介: 张寒冰(1980-), 女, 山东泰安人, 讲师, 在读博士研究生, 研究方向: 食品安全与检测。E-mail: bingbinghgy@163.com

\* 通讯作者: 付红岩(1977-), 女, 黑龙江通河人, 讲师, 在读博士研究生, 研究方向: 农产品加工。

E-mail: fuhongyan\_mail@163.com

microencapsulated pumpkin yellow pigment decreased by 2.3% under light for 15 days. It can be seen that the stability of pumpkin yellow pigment was improved greatly after it was microencapsulated.

**Key words:** pumpkin yellow pigment; microcapsule; preparation; stability

随着我国食品工业的蓬勃发展,食品着色剂产业也在不断壮大。国家根据食品工业发展的需求,提出了“天然、营养、多功能”的食品添加剂发展方针<sup>[1]</sup>。南瓜黄色素因具备上述优点而具有极大的市场潜力,但南瓜黄色素的稳定性较差,食品加工中经常遇到的高温、酸性环境和光照条件对其均有较大影响<sup>[2-3]</sup>。微胶囊技术是将成膜材料(常选用热塑性高分子材料)作为壳物质,用固体、液体或气体作为芯物质而包覆成核壳形态结构胶囊的一种技术<sup>[4-5]</sup>。由于此技术可以改变物质形态从而保护敏感成分免受外界环境的影响,所以在食品工业中具有良好的应用前景<sup>[6]</sup>。目前,微胶囊技术已被广泛应用于维生素、矿物质以及其他敏感组分的包埋,但未见其在南瓜黄色素上的研究报道<sup>[5,7]</sup>。为此,本研究采用微胶囊技术对天然南瓜黄色素进行包埋,旨在通过微胶囊化来提高南瓜黄色素的稳定性,从而为其在食品工业中的生产提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

供试材料为南瓜黄色素,试剂为辛烯基琥珀酸淀粉酯钠、乳清分离蛋白、无水乙醇、NaOH、HCl,仪器为 721 型分光光度计。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 微胶囊南瓜黄色素的制备

1.2.1.1 芯壁比的确定 称取辛烯基琥珀酸淀粉酯钠 4.013 g,加入 20 mL 水,并加入 2~3 滴 HCl(体积比为 1:5)促进其溶解,然后加入 4.019 g 乳清分离蛋白,溶解后待用。称取 0.260 g 南瓜黄色素,加入 1 mL 无水乙醇溶解,然后加入 9 mL 蒸馏水,溶解后待用。将上述材料配制成芯壁比为 1:10、1:20、1:30、1:40(质量比)的溶液,60℃水浴 30 min 促进包埋,冷却至室温后,定容至 50 mL,过滤,在 450 nm 处测定滤液的吸光度。

1.2.1.2 壁材比的确定 称取辛烯基琥珀酸淀粉酯钠 4.009 g,加入 20 mL 水,并加入 2~3 滴 HCl(体积比为 1:5)促进其溶解,溶解后待用;称取 4.003 g 乳清分离蛋白,加入 20 mL 水,溶解后待用;取辛烯基琥珀酸淀粉酯钠溶液、乳清分离蛋白溶液配制质量比(辛烯基琥珀酸淀粉酯钠:乳清分离蛋白)为 1:0.5、1:1、1:1.5、1:2 和 1:2.3 的

溶液,分别与上述南瓜黄色素溶液以最佳芯壁比混合,60℃水浴 30 min 促进包埋,冷却至室温后,定容至 50 mL,过滤,在 450 nm 处测定滤液的吸光度。

#### 1.2.2 微胶囊南瓜黄色素包埋率的测定

1.2.2.1 南瓜黄色素标准曲线的绘制 称取南瓜黄色素 0.045 g,加入 1 mL 无水乙醇溶解,然后加蒸馏水定容至 50 mL,配制成标准储备液;分别取 1、2、3、4、5 mL 标准储备液,加蒸馏水定容至 10 mL,充分混合;取 1 mL 无水乙醇,加蒸馏水定容至 50 mL 做空白对照,于 450 nm 处测定吸光度,以吸光度为横坐标,质量浓度为纵坐标,绘制标准曲线。

1.2.2.2 微胶囊南瓜黄色素包埋率的测定 称取在最佳芯壁比、壁材比(辛烯基琥珀酸淀粉酯钠:乳清分离蛋白)条件下包埋成功的微胶囊南瓜黄色素 3.022 g,平行 4 个样品,加入 2 mL 无水乙醇溶解,定容至 100 mL,充分混合,然后吸取 20 mL 溶液,1 800 r/min 离心 10 min,取上清,在 450 nm 处测定未包埋南瓜黄色素的吸光度,通过标准曲线,计算出未包埋南瓜黄色素的质量浓度,从而计算出其质量,然后按下面公式计算包埋率。

$$\text{包埋率} = \frac{\text{微胶囊产品中所含的南瓜黄色素质量}}{\text{加入的南瓜黄色素总质量}} \times 100\%$$

1.2.3 微胶囊南瓜黄色素物理性质的测定 分别取 0.300 g 南瓜黄色素和微胶囊南瓜黄色素分别加入 10 mL 水中,在常温下观察比较其溶解情况。取一定量的微胶囊南瓜黄色素,采用烘箱干燥法,计算其含水量。

$$\text{含水量} = \left(1 - \frac{\text{烘干后的产品质量}}{\text{产品质量}}\right) \times 100\%$$

1.2.4 微胶囊南瓜黄色素的稳定性检测 以南瓜黄色素做对照,通过测定不同温度、pH 值和光照时间下的吸光度,来检测微胶囊南瓜黄色素的稳定性。分别取微胶囊南瓜黄色素 3.000 g、南瓜黄色素 0.030 g,各加入 2 mL 无水乙醇溶解,然后加蒸馏水定容至 100 mL,进行温度稳定性试验时,分别取 20 mL 2 种溶液于 20、40、60、80、100℃水浴加热 40 min;进行 pH 值稳定性试验时,分别取 20 mL 2 种溶液,用 HCl(体积比 1:5)和 NaOH(5 mol/L)调节 pH 值分别为 6、5、4、3、2、1;进行光照稳定性试验时,分别取 20 mL 2 种溶液,将其置于阳光下,分别照射 3、6、9、12、15 d,以蒸馏水作为空白对照,在 450 nm 处测定其吸光度。

## 2 结果与分析

### 2.1 微胶囊南瓜黄色素的制备

2.1.1 最佳芯壁比的确定 如图 1 所示,随着芯壁比的减小,南瓜黄色素包埋滤液吸光度呈先下降后上升的趋势。当壁材所占比例较小时(芯壁比为 1:10),南瓜黄色素不能完全被包埋,致使滤液中剩余南瓜黄色素较多,吸光度稍大,包埋率较低;当壁材所占比例增加到芯壁比为 1:20 时,滤液中剩余南瓜黄色素最少,吸光度最小,包埋率最高;当壁材所占比例继续增加达到芯壁比大于 1:20 时,壁材彼此之间争夺南瓜黄色素,致使包埋后的南瓜黄色素不稳定,在过滤时被滤出,滤液中南瓜黄色素增加,吸光度增大,包埋率降低。综上所述,芯壁比为 1:20 时,吸光度最小,包埋率最高。

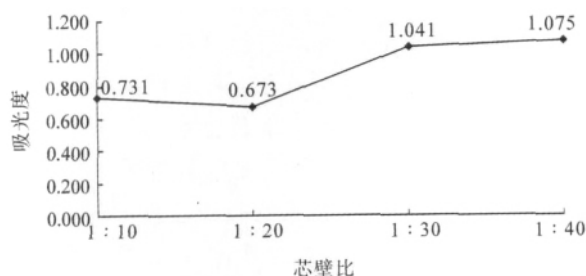


图 1 不同芯壁比下南瓜黄色素包埋滤液的吸光度

2.1.2 最佳壁材比的确定 辛烯基琥珀酸淀粉酯钠在微胶囊成型过程起着决定性作用,而添加少量乳清分离蛋白可对微胶囊包埋起到促进作用。但是当乳清分离蛋白所占比例逐渐增大时,其会在第 2 次固定微胶囊南瓜黄色素时与辛烯基琥珀酸淀粉酯钠产生竞争,导致南瓜黄色素仅被乳清分离蛋白包埋,微胶囊形成效果较差。由图 2 可以看出,辛烯基琥珀酸淀粉酯钠和乳清分离蛋白比例为 1:0.5 时,吸光度最小,被包埋南瓜黄色素最多,包埋效果最好。

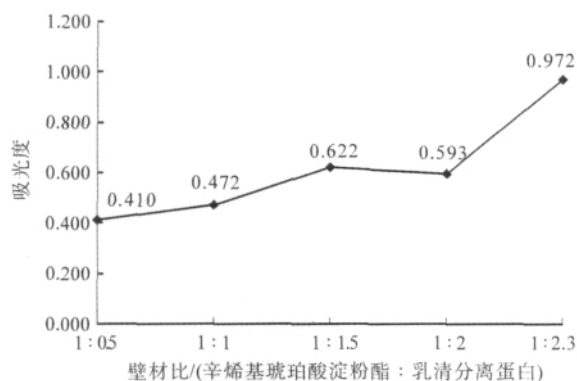


图 2 不同壁材比下南瓜黄色素包埋滤液的吸光度

### 2.2 微胶囊南瓜黄色素的包埋率

通过南瓜黄色素质量浓度与吸光度的关系绘制出标准曲线(图 3)。取在芯壁比 1:20、壁材比(辛烯基琥珀酸淀粉酯钠:乳清分离蛋白)1:0.5 条件下包埋成功的微胶囊南瓜黄色素进行包埋率的测定,测量得到未包埋南瓜黄色素的平均吸光度为 0.134,则其质量浓度为 0.067 1 mg/mL、质量为 0.006 71 g,由此得知,微胶囊南瓜黄色素的包埋率为 95.16%。

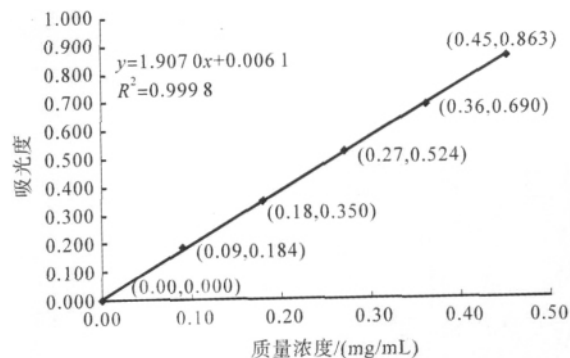


图 3 南瓜黄色素标准曲线

### 2.3 微胶囊南瓜黄色素的物理性质

在常温下,微胶囊南瓜黄色素在水中于 10 min 内完全溶解,并且色泽鲜艳;而南瓜黄色素在常温下难溶于水,溶解 10 min 后颜色较浅。由此可以看出,南瓜黄色素经微胶囊化后,其水溶性明显提高。经测量,微胶囊南瓜黄色素的含水量为 15.92%。但是粉状产品的含水量过高,会使产品易于结块、霉变,因此,在储存前应进行干燥。

### 2.4 微胶囊南瓜黄色素的稳定性

2.4.1 温度对微胶囊南瓜黄色素的影响 如图 4 所示,随着温度的升高,南瓜黄色素和微胶囊南瓜黄色素的吸光度均下降,但是微胶囊南瓜黄色素的吸光度变化幅度较小,其稳定性比南瓜黄色素明显增强。当在 100 °C 条件下加热 40 min 时,南瓜黄色素的吸光度下降 30.3%,而微胶囊南瓜黄色素的吸光度仅下降 8.9%。由此可见,微胶囊化的南瓜黄色素耐热性有较大的改善,可在多种加热环境下使用。

2.4.2 pH 值对微胶囊南瓜黄色素的影响 如图 5 所示,随着 pH 值的降低,南瓜黄色素的吸光度不断下降,且 pH 值越低,吸光度下降幅度越大,当 pH 值下降到 1 时,吸光度下降 13.3%,而微胶囊南瓜黄色素的吸光度下降趋势比较平稳,当 pH 值下降到 1 时,吸光度仅下降 5.0%。由此可见,南瓜黄色素在高酸环境下非常不稳定,而微胶囊南瓜黄色素的稳定性有较大提高,可在酸性环境下广泛使用。

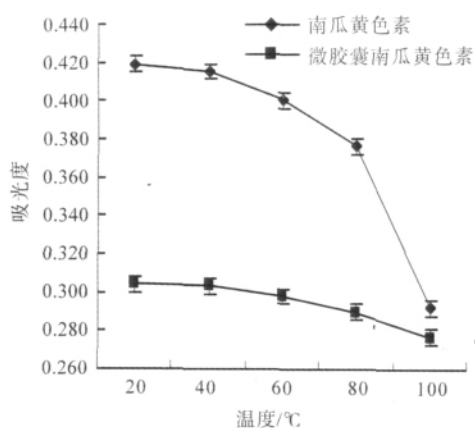


图 4 不同温度下南瓜黄色素和微胶囊南瓜黄色素的吸光度

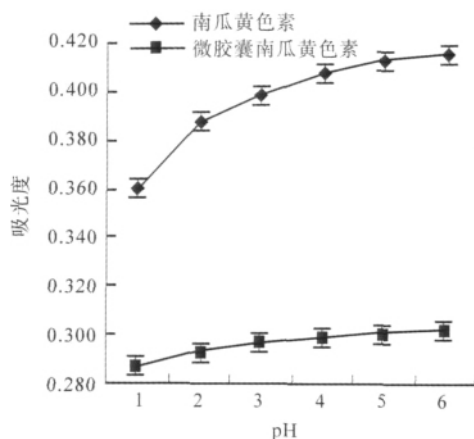


图 5 不同 pH 值下南瓜黄色素和微胶囊南瓜黄色素的吸光度

2.4.3 光照对微胶囊南瓜黄色素的影响 如图 6 所示,南瓜黄色素对光照较敏感。随着光照时间的延长,吸光度呈下降趋势,照射 15 d 后,吸光度下降

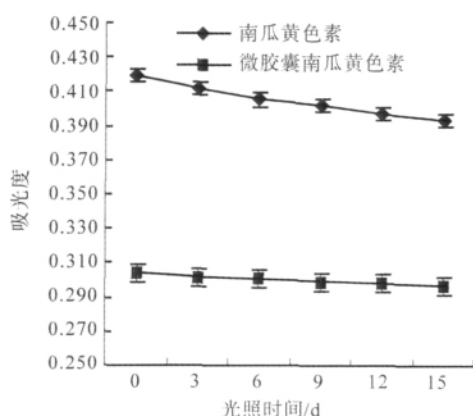


图 6 不同光照时间下南瓜黄色素和微胶囊南瓜黄色素的吸光度

6.2%。同样光照条件下,微胶囊南瓜黄色素则表现得较稳定,照射 15 d 后,吸光度仅下降 2.3%。由此可见,在食品加工和储藏过程中,微胶囊化的南瓜黄色素对光照更稳定,在有光条件下,更适宜食品的生产 and 储存。

### 3 结论

1) 在芯壁比为 1:20(质量比)、壁材比(辛烯基琥珀酸淀粉酯钠:乳清分离蛋白)为 1:0.5 的条件下对南瓜黄色素进行微胶囊化,包埋率较高,达 95.16%。

2) 微胶囊南瓜黄色素的水溶性明显增强,其含水量较大,达 15.92%,储藏前应进行干燥处理。

3) 与南瓜黄色素相比,微胶囊南瓜黄色素对光照、温度和 pH 值的稳定性均有较大提高。在 100℃加热 40 min 的条件下,南瓜黄色素的吸光度下降 30.3%,而微胶囊南瓜黄色素的吸光度仅下降 8.9%;pH 值从 6 下降到 1 时,南瓜黄色素的吸光度下降 13.3%,而微胶囊南瓜黄色素的吸光度仅下降 5.0%;光照 15 d 后,南瓜黄色素的吸光度下降 6.2%,而微胶囊南瓜黄色素的吸光度仅下降 2.3%。由此可见,南瓜黄色素经微胶囊化后,其稳定性明显提高。

### 参考文献:

- [1] 夏洁如,向晨茜,王洪伟.食用天然色素功能应用及发展趋势[J].中国酿造,2008,22(3):1-4.
- [2] 王桃云,王金虎,但志勇,等.南瓜黄色素稳定性研究[J].食品研究与开发,2004,25(2):58-61.
- [3] 刘玲玲,何俊,韩锋,等.南瓜黄色素提取及稳定性研究[J].广东农业科学,2010(1):92-95.
- [4] 薛秀梅,张燕萍.不同原料制备的酶解辛烯基琥珀酸淀粉酯作微胶囊壁材的性质比较[J].食品工业科技,2007,28(1):102-104.
- [5] 蔡涛,王丹,宋志祥,等.微胶囊的制备技术及其国内应用进展[J].化学推进剂与高分子材料,2010,8(2):20-26.
- [6] 朱晓丽,刘力娜,张志国,等.乳清蛋白/阿拉伯胶复凝聚法制备载乙酸油酯微胶囊及其表征[J].高分子学报,2009(10):1062-1069.
- [7] 王煜,张玉凤,章慧,等.微胶囊化提高姜黄色素稳定性的研究[J].食品工业科技,2007,28(11):193-195.