

# 燕麦球蛋白-岩藻多糖纳米复合物的制备及性能探究

王婧, 杨成, 蒋建中\*

(江南大学化学与材料工程学院合成与生物胶体教育部重点实验室, 江苏无锡, 214122)

DOI:10.61369/CDCST.2025030006

**摘要:** 燕麦球蛋白具有较好的生物相容性和功能特性, 在食品和化妆品等领域具有潜在的应用价值, 但是由于其在水中难以分散, 在一定程度上限制了其应用领域。文章利用燕麦球蛋白与岩藻多糖的相互作用形成一种纳米复合物颗粒, 该复合物颗粒不仅具有较好的乳化和抗氧化性能, 还能够充当纳米载体包裹姜黄素, 包封率达85%, 有望作为一种多功能型原料应用至食品、化妆品等领域。

**关键词:** 燕麦球蛋白; 岩藻多糖; 复合物; 纳米载体; 姜黄素

**第一作者简介:** 王婧, 硕士研究生, 主要从事生物物质基乳化剂的开发与应用。

**通信作者简介:** 蒋建中, 博士, 教授, 江南大学合成与生物胶体教育部重点实验室副主任, 研究方向: 表面活性剂、精细化学品的研究与开发。E-mail: jzjiang@jiangnan.edu.cn。



王婧



蒋建中

蛋白质是一种绿色、安全、无毒且营养价值高的天然生物大分子, 具有优异的乳化、发泡、凝胶等功能特性, 在食品、化妆品和医药等行业引起越来越多的关注<sup>[1]</sup>。燕麦蛋白是从燕麦中提取的植物蛋白, 具有来源易得、成本低、高生物学价值(74.5%~79.6%)及高蛋白净利用率(69.1%~72.4%), 富含赖氨酸且不易致敏等特点, 备受科研人员和消费者的青睐<sup>[2-6]</sup>。燕麦蛋白的主要成分为燕麦球蛋白(OG), 但是OG能自发形成高级结构且表面疏水氨基酸暴露程度较高, 导致疏水区域间的相互作用增强, 使得OG易于聚集, 难以在水中分散, 从而在一定程度上限制了其应用<sup>[7]</sup>。

目前已有化学、物理、生物等改性手段改善OG的溶解性问题, 但是单一手段对OG溶解性的提高是有限的, 往往需要使用两种以上改性手段。多糖具有很好的亲水性和流变性能, 但是其乳化性相对较差。蛋白质和多糖能够通过以静电、氢键、疏水等非共价键作用形成复合物<sup>[8-10]</sup>, 其不仅可以克服蛋白质原先溶解性差的缺点, 还能提升蛋白质的功能特性, 拓宽蛋白质的应用范围<sup>[11-13]</sup>。例如, Chen等人<sup>[14]</sup>用结冷胶与OG复配提升了OG的凝胶性能; Liu等人<sup>[15]</sup>利用高甲氧基果胶与OG的非共价键作用, 形成粒径和乳化性能可调的复合物, 提升了燕麦蛋白的乳化性能。

近年来, 国内外广泛报道了蛋白质或者蛋白质基复合物包载活性物质的研究, 其能显著提高疏水活性物的稳定性和利用率<sup>[16-24]</sup>。比如, Mao等人<sup>[20]</sup>以螺旋藻分离蛋白

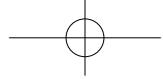
为乳化剂制备高内相乳液包载 $\beta$ -胡萝卜素, 能够有效防止其在紫外光下的降解率; Wang等人<sup>[21]</sup>将制备好的燕麦分离蛋白-高甲氧基果胶复合物作为乳化剂稳定乳液包封姜黄素, 包封率可达83.87%。另外, 蛋白质的疏水域可与疏水活性物通过疏水作用结合, 从而实现对疏水活性物的包载与保护<sup>[22]</sup>。例如, Liu等人<sup>[23]</sup>使用尿素当变性剂使大豆7S蛋白发生解离, 加入壳聚糖后透析除去尿素, 形成的核-壳型颗粒能够显著提高姜黄素的生物利用率; Ren等人<sup>[24]</sup>利用豌豆蛋白作为载体, 制备出豌豆蛋白-姜黄素纳米颗粒, 这一过程不仅提升了姜黄素的稳定性, 同时也增强了豌豆蛋白的抗氧化性能。

本文选用岩藻多糖(FUC)与OG形成一种新型纳米复合物颗粒, FUC的添加不仅增强了OG在水中的分散性, 还提升了其乳化性能和抗氧化能力, 此外, 该复合物还可以充当纳米载体包载姜黄素, 提高了姜黄素的水溶性和生物利用率。

## 1. 材料与仪器

### 1.1 实验材料

燕麦球蛋白, 实验室提取, 纯度99.56%; 岩藻多糖( $\geq 95\%$ ), 购于上海阿拉丁生化科技股份有限公司; 姜黄素(98%), 购于上海安耐吉化学科技有限公司; 角鲨烷(分析纯), 购于雨露化工公司; 过硫酸钾( $\geq 99.5\%$ )、



2,2-联氮双(3-乙基苯并噻唑啉-6-磺酸)二铵盐 (ABTS, 98%) 和 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼 (DPPH) 均来自 Adamas。

## 1.2 实验仪器

电子天平 (EL204), 梅特勒-托利多仪器有限公司; Zeta 电位及纳米粒度分析仪 (Zeta PALS), 美国布鲁克海文仪器公司; pH 计 (FE 20), 梅特勒-托利多仪器有限公司; 高速分散均质机 (ULTRA-TURRAX T18), IKA(广州) 仪器设备有限公司; TU-1950 型双光束紫外可见分光光度计, 北京普析通用仪器有限责任公司; 5804R 离心机, Eppendorf · AG 公司。

## 2. 实验方法

### 2.1 燕麦球蛋白-岩藻多糖复合物制备

将 OG 粉末和 FUC 粉末分别分散于去离子水中, 溶液放置 4°C 过夜以确保其完全水合, OG 和 FUC 按照 1 : 4、1 : 1.5、1 : 1、3 : 1、9 : 1、30 : 1 等质量比例配制总浓度为 1 wt.% 的溶液, 并拍摄溶液的外观图。

### 2.2 粒径和 Zeta 电位测试

将测试样品稀释至 0.05 wt.%, 使用 Zeta 电位及纳米粒度分析仪测试溶液的电位和粒径, 测试温度为 25°C。

### 2.3 抗氧化性能测试

参考 Xu 等人<sup>[28]</sup>的方法测试复合物的抗氧化性能。实验组: DPPH 乙醇溶液 (0.2 mM) 与复合物溶液体积比 1:1 混匀, 复合物浓度为 2 mg/mL; 样品空白组: 复合物与乙醇等体积混匀; 空白组: DPPH 乙醇溶液与乙醇等体积混匀。所有样品避光反应 30 min, 离心, 测试上清液在 517 nm 的吸光度。ABTS 工作液的配置方法: 等体积 7 mM ABTS 水溶液过 4.9 mM 过硫酸钾溶液混合, 在 4°C 冰箱中避光 12~16 h, 用去离子水稀释至吸光度为 (0.7 ± 0.02), 即可用于测试。实验组: 0.1 mL 1 wt.% 复合物与 1.9 mL ABTS 工作液混匀; 样品空白组: 用去离子水替代 ABTS 溶液; 空白组: 用去离子水替代复合物溶液。所有样品避光反应 10 min, 离心后测试上清液在 734 nm 的吸光度。清除率公式为:

$$\text{清除率} = \left( \frac{A_1 - A_2}{A_3} \right) \times 100\%$$

$A_1$ : 实验组;  $A_2$ : 样品空白组;  $A_3$ : 空白组

### 2.4 乳化性能测试

1.2 mL 不同比例 1 wt.% 的 OG-FUC 复合物溶液为水

相, 4.8 mL 角鲨烷为油相, 采用高速均质机 11000 rpm 均质 2 min, 放置 25°C 恒温箱保存, 记录 24 h 和一个月时的外观照片和显微照片, 使用 Nano Measurer 软件统计乳液平均粒径。

### 2.5 复合物载体包载姜黄素

#### 2.5.1 制备方法

将 OG、FUC、姜黄素 (Cur) 分别配制为 2 wt.%、2 wt.%、1 wt.% 的溶液, OG 和 FUC 的总浓度为 1 wt.% (混合比例为 1 : 4, 1 : 1.5, 1 : 1, 3 : 1, 9 : 1, 30 : 1), Cur 的浓度为 0.1 wt.%. 随后将溶液离心 (10000 rpm, 10 min), 除去未包封的游离 Cur, 上清液移出以便后续分析。

#### 2.5.2 稳定性测试

用容量瓶配制 1 mg/mL Cur 无水乙醇溶液, 稀释至 0.001~0.01 mg/mL 测试在 420 nm 的吸光度, 以浓度为横坐标, 吸光度为纵坐标制备标准曲线。取不同比例的 OG-FUC-Cur 溶液 0.2 mL 与 3 mL 乙醇混合后离心, 将上清液稀释至合适的浓度测试其吸光度, 计算包封率。同样的将制备好的 OG-FUC-Cur 溶液等量分成三份, 避光分别至于 4°C、25°C 和 45°C, 测试 0 天和七天的包封率以考察其储存稳定性; 同时将制备好的溶液放置 85°C 中, 定时取样测试包封率以考察热稳定性; 同样将制备好的溶液放置紫外灯下连续照射 6 h, 间隔 1 h 取样测试其包封率以观察其光稳定性。包封率的计算公式为:

$$\text{包封率} = \left( \frac{\text{结合 Cur 的量}}{\text{Cur 总量}} \right) \times 100\%$$

## 3. 结果与分析

### 3.1 OG-FUC 复合物的表征

在实验中观察到, OG 在去离子水中容易自发聚集形成微米级聚集体 (图 1a)。为了解决这一问题, 制备了一系列不同比例的 OG 与 FUC 混合溶液, 通过调节二者的质量比例来研究其对复合物颗粒大小和分散状态的影响。当 n(OG) : n(FUC) = 30:1 时, 形成的复合物颗粒平均粒径约为 369 nm, 表明在这种条件下, 尽管在一定程度上提高了 OG 的分散性, 但 OG 仍表现出一定的自聚集倾向。然而, 当 n(OG):n(FUC) 调整为 1 : 1 和 3 : 1 时, 复合物颗粒的平均粒径显著减小至约 100 nm, 并且颗粒分布指数 (PDI) 达到 0.133, 显示出更为均匀的颗粒尺寸分布和更好的稳

定性。

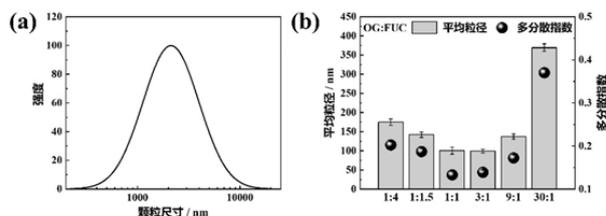


图1 (a) OG的粒径尺寸分布; (b) 不同比例的 OG : FUC

值得注意的是, FUC溶液本身呈现为略带黄色的澄清透明溶液。通过进一步观察不同比例下 OG 与 FUC 混合溶液的状态发现 (如图2所示), 当 OG : FUC 的比例位于 1 : 4 至 9 : 1 之间时, 所有溶液均保持澄清透明, 这表明在这个范围内 FUC 能够有效地抑制 OG 的聚集行为, 维持良好的分散状态。然而, 当 OG : FUC 的比例增加到 30:1 时, 溶液转变为乳白色浑浊状态, 这说明此时由于 FUC 浓度较低, 不足以有效抑制 OG 的自聚集, 从而导致溶液的浊度显著增加<sup>[9]</sup>。这些实验结果证明了 FUC 能够改善 OG 水溶性和分散性。

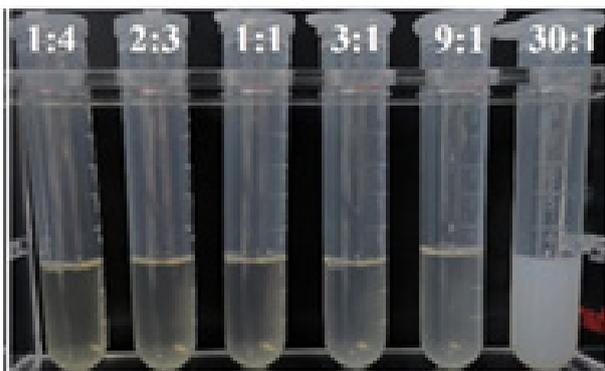


图2 不同 OG:FUC 比例的复合物 (1 wt.%) 水溶液外观图

### 3.2 OG-FUC 复合物的性能

为了评估 OG-FUC 复合物在不同比例下的乳化性能, 我们采用角鲨烷作为油相进行了系统的研究。实验过程中, 通过调整 OG 与 FUC 的比例制备了一系列复合物, 并考察了这些复合物形成乳液的稳定性及粒径变化情况。

如图3所示, 不同比例的 OG-FUC 复合物均能够成功形成稳定的乳液体系。具体而言, 当 OG 与 FUC 的比例为 1 : 4 时, 形成的乳液平均粒径最大, 达到了 44.94  $\mu\text{m}$ 。随着 OG 的占比越大乳液的粒径逐渐减小至 31.65  $\mu\text{m}$ 。这表明 OG 在乳化过程中起到了关键作用, 其含量越高, 乳化活性越强, 从而形成的乳液粒径越小。这种现象可能归因于 OG 比 FUC 在同等浓度下有更强的界面活性, 促进了

更细小且均匀的乳液滴的形成。

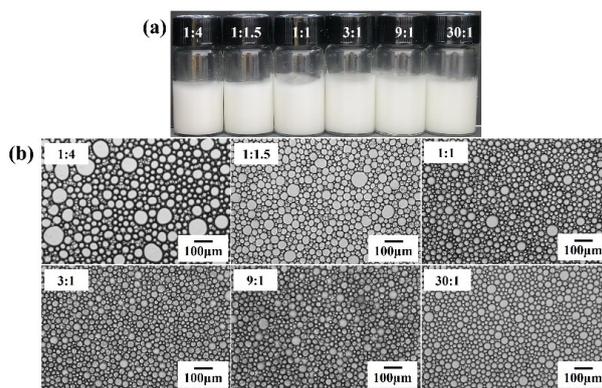


图3 不同比例 OG:FUC (1 wt.%) 稳定的乳液 (a) 外观图

和 (b) 微观照片, 拍摄于 24 h 后

进一步分析乳液的长期稳定性 (如图4和图5所示), 将各比例下制备的乳液在 25 $^{\circ}\text{C}$  条件下静置一个月后观察其粒径变化。结果显示, 除了 OG : FUC 比例为 3 : 1 的乳液外, 其他比例的乳液粒径均显著增大。这一结果表明, 在 OG : FUC 比例为 3 : 1 时, 复合颗粒表现出最佳的乳化稳定性。这种优异的稳定性可能是由于在此比例下, OG 与 FUC 之间形成了最优化的非共价键网络结构, 有效地防止了乳液滴的聚集和合并, 维持了乳液的稳定性。此外, 对比不同比例下乳液稳定性的差异, 可以推测出 OG 与 FUC 之间的相互作用强度及其对乳化性能的影响规律。当 OG 含量过低时, 可能不足以覆盖油滴表面; 当 OG 含量过高时, FUC 不足抑制 OG 的聚集行为, 导致 OG 不能有效的吸附在油水界面上。而在 OG:FUC 比例为 3 : 1 时, 两者间的相互作用达到了一个平衡点, 既能保证足够的界面活性, 又能提供必要的空间位阻效应, 从而确保了乳液的最佳稳定性。因此, 当 OG : FUC=3 : 1 时, 该复合物展现出最佳的乳化稳定性和最小的乳液粒径。

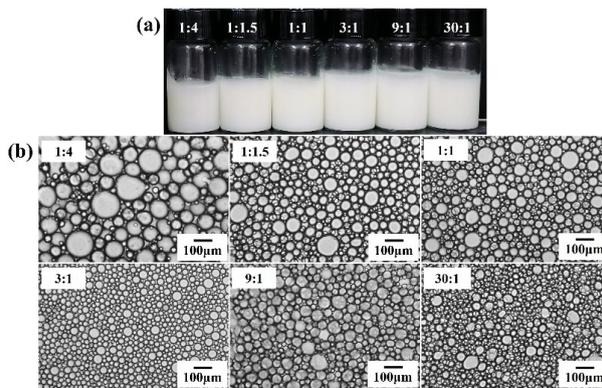


图4 不同比例 OG:FUC (1 wt.%) 稳定的乳液 (a) 外观图

和 (b) 微观照片, 拍摄于一个月后

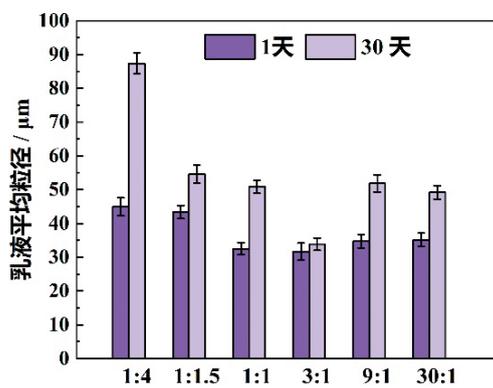
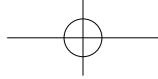


图5 pH=7时不同比例 OG : FUC (1 wt.%) 稳定乳液的平均粒径统计图

### 3.3 OG-FUC-Cur 复合物的表征及稳定性

为了评估不同比例 OG-FUC 复合物的抗氧化能力, 我们采用 DPPH 和 ABTS 自由基清除实验进行评价。图6展示了在不同 OG 与 FUC 比例条件下, 复合物对这两种自由基的清除效果。根据图6的数据, 随着 OG 占比的增加, OG-FUC 复合物对 DPPH 和 ABTS 自由基的清除率均呈现上升趋势。在 OG:FUC 比例为 3:1 时, 复合物对 ABTS 自由基的清除率达到 85%, 而对 DPPH 自由基的清除率为 34%。进一步增加 OG 的比例并未显著提高这两种自由基的清除率。OG 富含多种具有抗氧化活性的功能性氨基酸, 如酪氨酸、色氨酸等, 这些成分有助于捕获自由基, 从而提供抗氧化保护<sup>[29]</sup>。其次, FUC 作为一种天然多糖, 含有丰富的羟基, 这些官能团同样具有良好的抗氧化性能。当 OG 与 FUC 以适当比例结合时, FUC 抑制 OG 聚集, 保持较小的颗粒分散在水溶液中时, 有更多的活性位点与自由基反应。因此 OG : FUC=3 : 1 时, 该复合物的抗氧化性能最佳。

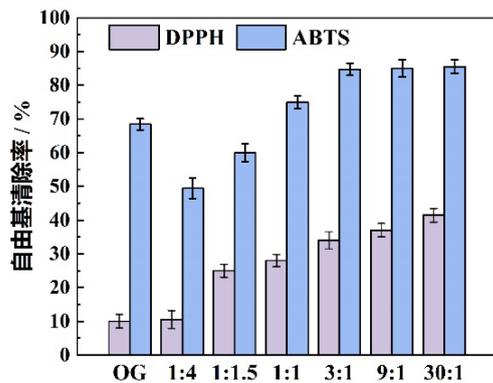


图6 不同比例 OG:FUC 复合物溶液 (1 wt.%) 的自由基清除率

姜黄素 (Cur) 是一种天然多酚类化合物, 具有抗氧化抗炎抗菌等性能, 但是 Cur 几乎不溶于水且稳定性差。为了克服此缺点, 采用纳米技术提高其生物活性<sup>[30]</sup>。蛋白质的疏水域可和类似 Cur 这种疏水活性物结合, 实现 Cur 的包载与保护。在蛋白质完全展开又重新折叠的过程中, 游离 Cur 和 OG 的疏水域结合, 同时 FUC 充当亲水外壳使得复合物能够均匀分散在水溶液中。

由图7可知, 当 OG : FUC=3 : 1 时, 平均粒径最小为 77 nm, 电位为 -7.48 mV。由图8可知, 不同比例的 OG-FUC-Cur 离心后, 未结合的游离 Cur 和粒径过大的 OG-FUC 复合物一起被分离置于底部沉淀。比例为 9 : 1 和 30 : 1 的 OG-FUC 复合物的包封率最低是因为存在部分粒径偏大的颗粒一同被离心到底部, 无法与游离 Cur 分离, 其余混合比例的包封率随 OG 的占比提高而略微上升, 最高的包封率可达 85% (图8)。

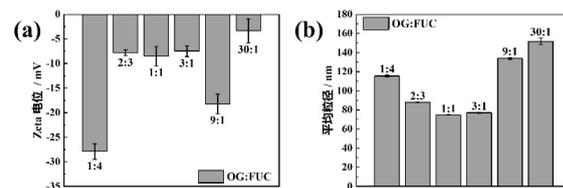


图7 不同比例 OG-FUC-Cur (1 wt.%) 的 (a)Zeta 电位 (b) 平均粒径

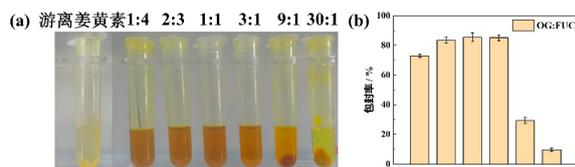


图8 不同比例 OG-FUC-Cur (1 wt.%) 的 (a) 外观图 (b) 包封率

由图9可知, 当制备好的 OG-FUC-Cur 颗粒溶液分别避光储存于 4℃、25℃ 和 45℃ 七天后, 由于温度升高和紫外光照射加快 OG 的疏水域暴露, 诱导 OG 发生热聚集, 因疏水作用形成聚集体沉淀, 部分 Cur 从 OG 的疏水域释放至溶液中, 导致包封率下降, 溶液中有絮状物产生。储存于 4℃ 的溶液于七天后的包封率仅剩 64%; 提高温度至 85℃, 加热 10 h 后包封率下降至 29%; 紫外光照 6 h 后包封率下降至 26%。

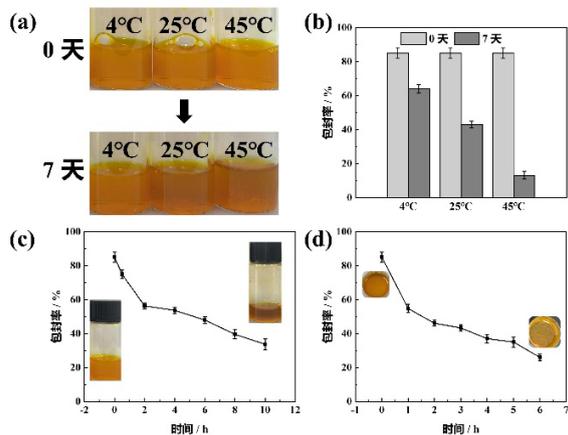


图9 不同比例 OG-FUC-Cur (1 wt.%) 的 (a) 储存稳定性溶液外观图; (b) 储存稳定性; (c) 85°C 热稳定性; (d) 紫外光稳定性

#### 4. 结论

本文制备了一种燕麦球蛋白-岩藻多糖 (OG-FUC) 纳米复合物, 解决了 OG 难以在水中分散的问题。OG 与 FUC 混合比例为 3 : 1 时, 能够形成平均粒径为 100 nm 的纳米颗粒, 其具有较好的乳化性能和抗氧化性能, 并能包封姜黄素, 包封率为 85%, 在 4°C 存储一周后仍有 64% 的包封率。该纳米复合颗粒有望作为一种兼具乳化和抗氧化的双功能型原料应用于食品、化妆品等领域。后期还将进一步探讨 OG-FUC-Cur 复合物的长期稳定性及不同储存条件对其影响, 并通过细胞和小鼠实验评估其安全性和实际效果。

#### 参考文献

- [1] Ismail B P, Senaratne-Lenagala L, Stube A, et al. Protein demand: review of plant and animal proteins used in alternative protein product development and production [J]. *Animal Frontiers*, 2020, 10(4): 53-63.
- [2] Mclauchlan J, Tyler A I I, Chakrabarti B, et al. Oat protein: Review of structure-function synergies with other plant proteins [J]. *Food Hydrocolloids*, 2024, 154: 110139.
- [3] Marshall A, Cowan S, Edwards S, et al. Crops that feed the world 9. Oats- a cereal crop for human and livestock feed with industrial applications [J]. *Food Security*, 2013, 5(1): 13-33.
- [4] Mogensen L, Heusale H, Sinkko T, et al. Potential to reduce GHG emissions and land use by substituting animal-based proteins by foods containing oat protein concentrate [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 274: 122914.
- [5] Ma S, Zhang M, Bao X, et al. Preparation of antioxidant peptides from oat globulin [J]. *CyTA - Journal of Food*, 2020, 18(1): 108-115.

[6] Ahola HG, Sontag-Strohm TS, Schulman AH, et al. Immunochemical analysis of oat avenins in an oat cultivar and landrace collection [J]. *Journal of Cereal Science*, 2020, 95: 103053.

[7] Kumar L, Sehrawat R, Kong Y. Oat proteins: A perspective on functional properties [J]. *LWT*, 2021, 152: 112307.

[8] Guo W, Mehrparvar S, Hou W, et al. Unveiling the impact of high-pressure processing on anthocyanin-protein/polysaccharide interactions: A comprehensive review [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2024, 270: 132042.

[9] Tang C-h. Strategies to utilize naturally occurring protein architectures as nanovehicles for hydrophobic nutraceuticals [J]. *Food Hydrocolloids*, 2021, 112: 106344.

[10] Lou K, Zheng Y, Wang L, et al. Molten globule-state protein structure: Perspectives from food processing applications [J]. *Food Research International*, 2024, 198: 115318.

[11] Zhong L, Xu J, Hu Q, et al. Improved bioavailability and antioxidation of  $\beta$ -carotene-loaded biopolymeric nanoparticles stabilized by glycosylated oat protein isolate [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2024, 263: 130298.

[12] Du L, Meng Z. Carrageenan-induced conjugated oat protein isolate microgel particles as structure modulators in fat analogues and their digestion behaviors [J]. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2024, 674: 663-676.

[13] Napiórkowska A, Aktaş H, Szpicier A, et al. Optimization of oat protein and gum Arabic microcapsules containing juniper essential oil using Response Surface Methodology [J]. *Food and Bioproducts Processing*, 2024, 145: 203-216.

[14] Yang C, Wang X, Hu H, et al. Cold-set oat protein isolate-gellan gum binary gels with various microstructures: Fabrication, characterization, formation mechanism, and controlled release properties [J]. *Food Hydrocolloids*, 2022, 131: 107818.

[15] Liu Z, Zheng K, Yan R, et al. Effects of different solid particle sizes on oat protein isolate and pectin particle-stabilized Pickering emulsions and their use as delivery systems [J]. *Food Chemistry*, 2024, 454: 139681.

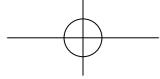
[16] Wijesinghe W A J P, Jeon Y-J. Biological activities and potential industrial applications of fucose rich sulfated polysaccharides and fucoidans isolated from brown seaweeds: A review [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2012, 88(1): 13-20.

[17] Li G-Y, Luo Z-C, Yuan F, et al. Combined process of high-pressure homogenization and hydrothermal extraction for the extraction of fucoidan with good antioxidant properties from *Nemacystus decipiens* [J]. *Food and Bioproducts Processing*, 2017, 106: 35-42.

[18] Ren P, Liu M, Wei B, et al. Fucoidan exerts antitumor effects by regulating gut microbiota and tryptophan metabolism [J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2025, 300: 140334.

[19] 陈美妙, 王浩楠, 邱哲瀚, 等. 乳液递送体系对植源活性物健康效应的影响研究进展 [J]. *食品科学*, 2022, 43(13): 351-360.

[20] 毛焱, 丁晶晶, 孙亚娟, 等. 基于螺旋藻分离蛋白构建的高内相乳液及其光保护性能 [J]. *中国食品学报*, 2024, 24(12): 28-36.



[21] Wang J, Liu Z, Zheng K, et al. Effect of pH on the formation mechanisms, emulsifying properties and curcumin encapsulation of oat protein isolate-high methoxy pectin complexes [J]. Food Hydrocolloids, 2024, 149: 109454.

[22] Lv J, Zhou X, Wang W, et al. Solubilization mechanism of self-assembled walnut protein nanoparticles and curcumin encapsulation [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2023, 103(10): 4908-4918.

[23] 刘玲玲, 刘思琪, 刘晨, 等. 大豆7S蛋白-壳聚糖自组装核壳纳米颗粒的载体性质研究 [J]. 中国食品学报, 2024, 24(01): 41-48.

[24] 任杰, 卢知浩, 吴晗硕, 等. 豌豆蛋白-姜黄素纳米颗粒的稳定性及抗氧化活性 [J]. 中国食品学报, 2024, 24(11): 118-126.

[25] Azeem M, Hanif M, Mahmood K, et al. An insight into anticancer, antioxidant, antimicrobial, antidiabetic and anti-inflammatory effects of quercetin: a review [J]. Polymer Bulletin, 2023, 80(1): 241-262.

[26] Kaur K, Al-Khazaleh A K, Bhuyan D J, et al. A Review of Recent Curcumin Analogues and Their Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Anticancer Activities [J]. Antioxidants, 2024, 13(9): 1092.

[27] Tang C-H. Nanostructured soy proteins: Fabrication and applications as delivery systems for bioactives (a review) [J]. Food Hydrocolloids, 2019, 91: 92-116.

[28] Xu J, Tang M, Wang D, et al. Exploring the self-assembly journey of oat globulin fibrils: From structural evolution to modified functionality [J]. Food Hydrocolloids, 2024, 149: 109587.

[29] Jin Y, Zhou P, Zhu C, et al. Preparation of Antioxidant Peptides from Chicken Bone Proteins and the Influence of Their Compositional Characteristics on Antioxidant Activity [J]. Foods, 2024, 13(24): 4171.

[30] Gayathri K, Bhaskaran M, Selvam C, et al. Nano formulation approaches for curcumin delivery- a review [J]. Journal of Drug Delivery Science and Technology, 2023, 82: 104326.

## Preparation and Properties of Oat Globulin-Fucoid Polysaccharide Nanocomposites

Wang Jing, Yang Cheng, Jiang Jian-zhong\*

(The Key Laboratory of Synthetic and Biological Colloids Ministry of Education, School of Chemical and Material Engineering, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu, 214122)

**Abstract :** Oat globulin demonstrates good biocompatibility and functional properties, offering potential applications in areas such as food and cosmetics. However, its highly compact hydrophobic structure impedes dispersion in water, thereby limiting its areas of application. This article explores the interaction between oat globulin and fucoidan to create a nanocomposite particle, which not only exhibits excellent antioxidant and emulsifying properties, but also serves as a nanocarrier for encapsulating curcumin, achieving an encapsulation efficiency of up to 85%. It is anticipated to be utilized as a multifunctional raw material in food and cosmetics.

**Keywords :** Oat globulin; fucoidan; composite; nanocarriers; curcumin

