

同行专家业内评价意见书编号：20250860042

## 附件1

# 浙江工程师学院（浙江大学工程师学院） 同行专家业内评价意见书

姓名：  干淼钰

学号：  22260412

申报工程师职称专业类别（领域）：                        生物与医药

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年03月24日

## 填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

## 一、个人申报

(一) 基本情况【围绕《浙江工程师学院(浙江大学工程师学院)工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

### 1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

系统掌握了与微藻资源高值化利用及纳米递送技术相关的专业理论知识和核心技术。在基础理论方面，深入理解了微藻(如雨生红球藻、三角褐指藻)的生理生化特性、生长调控机制及功能性成分(如虾青素、岩藻黄素)的生物合成途径。同时，熟悉纳米材料科学的基本原理，包括纤维素纳米纤维的制备(如TEMPO氧化反应机理)、壳聚糖复合凝聚的物理化学过程，以及纳米粒子的结构表征方法(如透射电镜、FTIR、XRD等)。在专业技术层面，掌握了微藻规模化培养的关键参数(如光照、温度、培养基配方)、虾青素超临界二氧化碳提取工艺，以及纳米粒子稳态化技术的核心操作。例如，通过优化TEMPO/NaBr/NaClO体系的反应条件(pH、氧化时间、温度)，实现了纤维素纳米纤维的高效羧基化，并通过与壳聚糖的静电复合，构建了pH响应型纳米递送系统。此外，熟练运用体外模拟消化模型、细胞实验(如细胞毒性、活性氧清除实验)评估纳米粒子的生物利用度和安全性，验证了其在实际应用中的可行性。

### 2. 工程实践的经历(不少于200字)

在宁波路鸣生物科技有限公司的专业实践中，我全程参与了“微藻源虾青素稳态化关键技术及产业化”项目，具体实践内容包括：

(1) 微藻培养与虾青素提取：参与雨生红球藻和三角褐指藻的规模化培养，包括藻种选择、培养基配制、接种、培养条件优化(如通气、光照调节、营养物质的补充)。协助使用工业规模设备进行虾青素提取，包括微藻冻干、细胞破壁以及超临界二氧化碳提取。

(2) 纳米粒子制备与优化：主导纤维素基虾青素纳米粒子(TCNF/CS@AST)的实验室制备，通过单因素实验和Box-

Behnken响应面法优化工艺参数(如TCNF浓度、壳聚糖浓度、磁力搅拌转速)，并通过透射电镜、FTIR、XRD等技术进行结构表征。

(3) 纳米粒子性能评估：开展环境稳定性分析(紫外光照、温度、pH、离子强度实验)，验证纳米粒子在不同条件下的虾青素保留率；通过体外模拟消化实验评估其pH响应型释放能力；利用细胞模型进行细胞毒性和抗氧化活性测试，验证其生物安全性及功能有效性。

### 3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例(不少于1000字)

虾青素具有抗氧化、抗炎等多种生物活性，在预防和治疗氧化应激相关疾病方面具有极大潜力。然而，虾青素较差的稳定性和水溶性导致其口服后的生物利用度较低，使其在功能性食品和医药行业中的应用受到了限制。针对这一问题，在宁波路鸣生物科技有限公司开展了项目“微藻源虾青素稳态化关键技术及产业化”，聚焦于开发一种基于纳米递送技术的稳态化方案，以提高虾青素的稳定性、生物利用度和肠道靶向释放能力。本研究利用2, 2, 6, 6-四甲基哌啶-1-氧化物(2, 2, 6, 6-tetramethylpiperidine-1-oxyl radical, TEMPO)媒介氧化体系制备了阴离子纤维素纳米纤维，基于静电自组装策略与阳离子壳聚糖复合开发了负载虾青素的纳米粒子，用于虾青素的保护和pH响应性递送，面临以下技术难点：

(1) TEMPO氧化纤维素的制备：利用TEMPO/NaBr/NaClO体系对纤维素进行选择性氧化，需要精确控制反应条件以引入羧基并保持纤维素的物理特性，为制备高稳定性和生物相容性的纳米粒子打下基础。

(2) 纳米粒子的精准制备：虾青素作为一种脂溶性物质，其水溶性差，且在热、光或氧的

作用下容易降解，这限制了其应用。需要开发适应虾青素特性的稳态化技术，解决虾青素的疏水性和不稳定性问题，以确保载体高效包载和稳定释放，从而提高虾青素的生物利用度和稳定性。

(3) 纳米粒子的功能化与表征：需要控制纳米粒子的尺寸、形态和表面特性，确保其不同环境下的稳定性，构建pH响应型释放系统以实现虾青素在肠道内的可控释放。需要对纳米粒子的结构进行准确表征，评估其理化性质，并通过体外模拟消化和细胞实验深入研究纳米粒子的生物活性，确保其在提高虾青素生物利用度的同时，具备良好的生物相容性和功能性。

为解决上述问题，所采用的方案与实施过程如下：

(1) TEMPO氧化纤维素纳米纤维的制备与表征：采用TEMPO/NaBr/NaClO氧化体系将纤维素C6位羟基氧化为羧基，制备羧基含量为1.47

mmol/g的纤维素纳米纤维。通过透射电子显微镜（TEM）观察，纤维呈非聚集网络结构，宽度为5~45 nm，长度超过1

μm。傅里叶红外变换光谱（FTIR）证实羧基成功引入，X射线衍射（XRD）显示氧化主要作用于纤维素的无定形区域，热重分析（TGA）表明氧化前后纤维素在200°C以下保持稳定。

(2) 负载虾青素纳米粒子的制备与优化：基于静电自组装策略，将阴离子TCNF与阳离子壳聚糖复合，制备负载虾青素的纳米粒子。通过单因素实验和Box-

Behnken响应面法优化制备条件，确定最优参数为：纤维素纳米纤维浓度0.30

mg/mL、壳聚糖浓度0.04 mg/mL、虾青素浓度0.12 mg/mL、搅拌速度800

rpm。在此条件下，纳米粒子的粒径为63.53 nm，ζ电位为-43.31

mV，包埋率达89.94%，载药量为5.97%。理化分析表明，TCNF与壳聚糖通过氢键、静电及疏水相互作用有效包埋虾青素，显著改善其疏水性。

(3) 纤维素基虾青素纳米粒子的形成机制：利用分子对接和分子动力学模拟分别探究了纤维素纳米纤维、壳聚糖与虾青素之间的静态相互作用以及动态形成机制。与纤维素纳米纤维和壳聚糖复合能够显著增加虾青素形成的氢键数量并缩短氢键的距离。系统在62 ns后达到动态平衡，形成具有稳定氢键的类球形纳米粒子。纤维素纳米纤维与壳聚糖共同形成纳米粒子的骨架将虾青素包裹于核心区域，有利于保护虾青素免受外界环境的影响，提高其水溶性和稳定性。


(4) 纳米粒子的功能验证与性能评价：通过稳定性实验、体外模拟消化和细胞实验对纳米粒子进行性能评价。纳米粒子显著提高了虾青素的环境稳定性，能够保护其免受紫外光照、高温、酸性或碱性pH值以及高离子强度等不利因素的影响而发生降解。具有pH响应性的纳米粒子通过质子化和去质子化作用保护虾青素免受酸性模拟胃液的影响，并在模拟肠液中高效可控的释放，显著提高了虾青素的生物可及性以及消化后的抗氧化活性。纳米粒子具有良好的生物安全性和细胞抗氧化活性，能够有效抑制脂多糖诱导的RAW 264.7细胞活性氧产生。

本项目基于TEMPO氧化纤维素纳米纤维与壳聚糖的静电自组装策略，设计了一种具有pH响应特性的稳态化递送系统。该载体通过动态电荷相互作用，实现了酸性环境下的保护性聚集与中性环境中的靶向释放，突破了传统载体在复杂消化环境中的稳定性与控释局限。通过分子模拟与实验表征相结合的方法，系统解析了纳米粒子自组装过程中多糖-

活性成分的静态结合模式与动态相互作用规律，为天然多糖基载体的精准设计与性能调控提供了新方法。此外，基于天然多糖的环境友好特性，开发了一种温和、低能耗的纳米粒子制备工艺，避免了酸性条件对活性成分的破坏。该工艺通过参数优化实现了高效包埋与长期稳定性，为功能性食品与营养补充剂的开发提供了可扩展技术路径，也为微藻资源的高值化利用提供了创新解决方案。

<b>(二) 取得的业绩（代表作）【限填3项，须提交证明原件（包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等）供核实，并提供复印件一份】</b>					
<b>1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】</b>					
成果名称	成果类别 [含论文、授权专利（含发明专利申请）、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	备注
Preparation of cellulose-based nanoparticles via electrostatic self-assembly for the pH-responsive delivery of astaxanthin	TOP期刊	2024年09月18日	Food Chemistry	1/6	SCI期刊收录
Improving the biological activities of astaxanthin using targeted delivery systems	TOP期刊	2023年02月13日	Critical Reviews in Food Science and Nutrition	2/4	SCI期刊收录
一种负载虾青素的壳聚糖-纤维素复合纳米颗粒溶胶及其制备方法	发明专利申请	2023年12月07日	申请号：202311672417.8	3/5	

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

<b>(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况</b>	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 86 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年(要求1年及以上) 考核成绩： 84 分
<b>本人承诺</b>	
<p>个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！</p> <p style="text-align: right;">申报人签名： </p>	





浙江大学研究生院  
攻读硕士学位研究生成绩单

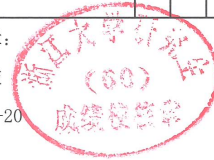
学号: 22260412	姓名: 干淼钰	性别: 女	学院: 工程师学院	专业: 食品工程	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 26.0学分		已获得: 28.0学分		入学年月: 2022-09	毕业年月:						
学位证书号:			毕业证书号:		授予学位:						
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2022-2023学年秋季学期	工程数值分析		2.0	90	专业选修课	2022-2023学年冬季学期	自然辩证法概论		1.0	91	公共学位课
2022-2023学年秋季学期	工程技术创新前沿		1.5	87	专业学位课	2022-2023学年冬季学期	智能装备设计制造		2.0	83	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	工程伦理		2.0	85	专业学位课	2022-2023学年春季学期	研究生论文写作指导		1.0	90	专业选修课
2022-2023学年秋季学期	创新设计方法		2.0	通过	专业选修课	2022-2023学年春季学期	新时代中国特色社会主义思想理论与实践		2.0	86	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	智能物联网与嵌入式应用		1.0	82	专业学位课	2022-2023学年夏季学期	研究生英语		2.0	免修	专业学位课
2022-2023学年冬季学期	产业技术发展前沿		1.5	90	专业学位课	2022-2023学年夏季学期	食品仪器分析实务		2.0	93	专业选修课
2022-2023学年冬季学期	食品安全风险评估与管理		2.0	91	专业选修课	2022-2023学年夏季学期	研究生英语基础技能		1.0	免修	公共学位课
2022-2023学年秋冬学期	高阶工程认知实践		3.0	87	专业学位课		硕士生读书报告		2.0	通过	

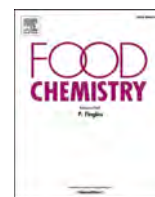
说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、及格、不及格)。  
2. 备注中 "\*" 表示重修课程。

学院成绩校核章:

成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2025-03-20





# Preparation of cellulose-based nanoparticles via electrostatic self-assembly for the pH-responsive delivery of astaxanthin

Miaoyu Gan<sup>a,b,1</sup>, Ailing Cao<sup>c,2,1</sup>, Luyun Cai<sup>a,b,d,\*</sup>, Xia Xiang<sup>e</sup>, Jian Li<sup>f</sup>, Qian Luan<sup>a,b,d,\*</sup>

<sup>a</sup> Ningbo Innovation Center, Zhejiang University, Ningbo 315100, China

<sup>b</sup> Polytechnic Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310015, China

<sup>c</sup> Silk Inspection Center, Hangzhou Customs, Hangzhou 310063, China

<sup>d</sup> College of Biological and Chemical Engineering, NingboTech University, Ningbo 315100, China

<sup>e</sup> Oil Crops Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430062, China

<sup>f</sup> Ningbo Luming Biotechnology Co., Ltd, Ningbo 315100, China

## ARTICLE INFO

### Keywords:

Astaxanthin  
Cellulose nanofibers  
Nanoparticles  
pH-responsive  
Controlled release

## ABSTRACT

Oral administration of astaxanthin (AST), a potent antioxidant, is limited owing to its low solubility, physicochemical stability, and bioavailability. This study developed pH-responsive nanocarriers by the electrostatic self-assembly of 2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl radical (TEMPO)-oxidized cellulose nanofibers (TCNFs) and chitosan (CS) to enhance the intestinal delivery of AST. The TCNF/CS@AST nanoparticles were optimized through single-factor experiments and Box–Behnken design, subsequently overcoming the hydrophobicity of AST and demonstrating improved stability against environmental stressors and controlled release in the intestinal environment. Transmission electron microscopy confirmed the near-spherical shape of these nanoparticles, with an average hydrodynamic diameter of 64 nm. TCNF/CS@AST enhanced the antioxidant effectiveness of AST after digestion and in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 cells while demonstrating good cellular compatibility. These nanoparticles present a promising strategy for the oral delivery of hydrophobic bioactive compounds orally, with potential applications in precision nutrition.

## 1. Introduction

Astaxanthin (AST; 3,3'-dihydroxy- $\beta$ -carotene-4,4'-dione) is a fat-soluble keto-carotenoid with 11 conjugated double bonds at its center. These active bonds and a polar/nonpolar structure equip AST with a strong antioxidant ability against intracellular and extracellular free radicals (Zhao et al., 2019). The antioxidative and anti-inflammatory properties of AST contribute to its broad spectrum of bioactivities, making AST a promising alternative to synthetic antioxidants for preventing and managing oxidative stress-related disorders. However, the high hydrophobicity of AST hampers its intestinal absorption (Boonlao, Ruktanonchai, & Anal, 2022). Additionally, AST is susceptible to oxidation and degradation in the harsh conditions of processing and the gastrointestinal (GI) environment (Liu et al., 2021). The poor solubility and stability of AST lead to its low bioavailability following

administration, thereby limiting its utilization in functional foods and the pharmaceutical industry (Martinez-Delgado, Khandual, & Villanueva-Rodriguez, 2017). To overcome the abovementioned challenges, various carriers such as lipid-based systems, polymeric nanoparticles, inclusion complexes, micelles, and gels have been developed for the protected delivery and release of AST (Cai, Gan, Regenstein, & Luan, 2023). However, while many carriers merely offer basic encapsulation, achieving the optimal nanoscale dimensions (<100 nm) and specific physicochemical attributes can be a complex and costly endeavor (Li, Lee, & Luo, 2023). Recent advancements in delivery systems, particularly those incorporating polysaccharide-based polyelectrolytes with multiple reactive functional groups, have shown promise in enhancing the solubility, stability, and bioavailability of AST and AST-containing lipid extracts, thus addressing formulation issues in food and pharmaceutical contexts (Avazverdi, Mirzadeh, Ehsani, &

\* Corresponding authors at: Ningbo Innovation Center, Zhejiang University, Ningbo 315100, China.

E-mail addresses: [cailuyun@zju.edu.cn](mailto:cailuyun@zju.edu.cn) (L. Cai), [luanqian@zju.edu.cn](mailto:luanqian@zju.edu.cn) (Q. Luan).

<sup>1</sup> The first two authors contributed equally to this work.

<sup>2</sup> Co-first author: Ailing Cao.

经检索《Web of Science》的《Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)》数据库，下述论文被《SCI-EXPANDED》收录。（检索时间：2024年12月19日）

第1条，共1条

标题:Preparation of cellulose-based nanoparticles via electrostatic self-assembly for the pH-responsive delivery of astaxanthin

作者:Gan, MY(Gan, Miaoyu);Cao, AL(Cao, Ailing);Cai, LY(Cai, Luyun);Xiang, X(Xiang, Xia);Li, J(Li, Jian);Luan, Q(Luan, Qian);

来源出版物:FOOD CHEMISTRY 卷:463 文献号:141324 提前访问日期:SEP 2024

DOI:10.1016/j.foodchem.2024.141324 出版年:JAN 15 2025

入藏号:WOS:001324898500001

文献类型:Article

地址:

[Gan, Miaoyu; Cai, Luyun; Luan, Qian] Zhejiang Univ, Ningbo Innovat Ctr, Ningbo 315100, Peoples R China.

[Gan, Miaoyu; Cai, Luyun; Luan, Qian] Zhejiang Univ, Polytech Inst, Hangzhou 310015, Peoples R China.

[Cao, Ailing] Hangzhou Customs, Silk Inspect Ctr, Hangzhou 310063, Peoples R China.

[Cai, Luyun; Luan, Qian] NingboTech Univ, Coll Biol & Chem Engn, Ningbo 315100, Peoples R China.

[Xiang, Xia] Chinese Acad Agr Sci, Oil Crops Res Inst, Wuhan 430062, Peoples R China.

[Li, Jian] Ningbo Luming Biotechnol Co Ltd, Ningbo 315100, Peoples R China.

通讯作者地址:

Cai, LY; Luan, Q (corresponding author), Zhejiang Univ, Ningbo Innovat Ctr, Ningbo 315100, Peoples R China.

电子邮件地址:cailuyun@zju.edu.cn; luanqian@zju.edu.cn

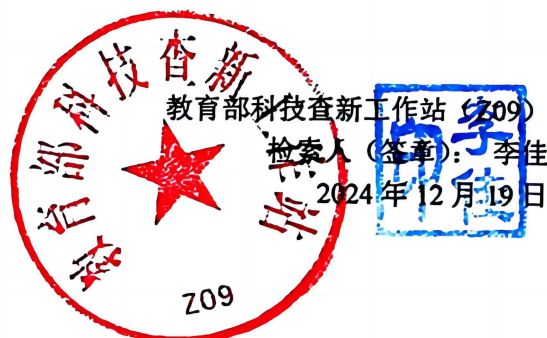
IDS号:H6Z3C

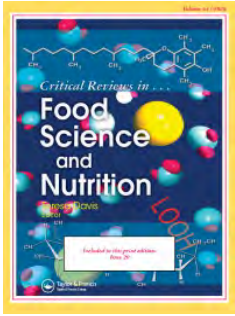
ISSN:0308-8146

eISSN:1873-7072

注:

1. 以上检索结果来自 CALIS 查收查引系统。
2. 以上检索结果均得到委托人及被检索作者的确认。





## Improving the biological activities of astaxanthin using targeted delivery systems

Luyun Cai, Miaoyu Gan, Joe M. Regenstein & Qian Luan

To cite this article: Luyun Cai, Miaoyu Gan, Joe M. Regenstein & Qian Luan (2024) Improving the biological activities of astaxanthin using targeted delivery systems, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64:20, 6902-6923, DOI: [10.1080/10408398.2023.2176816](https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2176816)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2176816>



Published online: 13 Feb 2023.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 635



View related articles [↗](#)





View Crossmark data [↗](#)

REVIEW



## Improving the biological activities of astaxanthin using targeted delivery systems

Luyun Cai<sup>a</sup> , Miaoyu Gan<sup>a</sup> , Joe M. Regenstein<sup>b</sup>  and Qian Luan<sup>a</sup> 

<sup>a</sup>Ningbo Innovation Center, College of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Ningbo, Zhejiang, China; <sup>b</sup>Department of Food Science, Cornell University, Ithaca, New York, USA

### ABSTRACT

The antioxidant and anti-inflammatory properties of astaxanthin (AST) enable it to protect against oxidative stress-related and inflammatory diseases with a range of biological effects. These activities provide the potential to develop healthier food products. Therefore, it would be beneficial to design delivery systems for AST to overcome its low stability, control its release, and/or improve its bioavailability. This review discusses the basis for AST's various biological activities and the factors limiting these activities, including stability, solubility, and bioavailability. It also discusses the different systems available for the targeted delivery of AST and their applications in enhancing the biological activity of AST. These include systems that are candidates for preventive and therapeutic effects, which include nerves, liver, and skin, particularly for possible cancer reduction. Targeted delivery of AST to specific regions of the gastrointestinal tract, or more selectively to target tissues and cells, can be achieved using targeted delivery systems to increase the biological activities of AST.

### KEYWORDS

astaxanthin; bioavailability; cancer; controlled release; targeted delivery systems

### Introduction

Astaxanthin (3,3'-dihydroxy- $\beta$ -carotene-4,4'-dione, AST) is a fat-soluble ketone carotenoid with 13 conjugated double bonds and a molecular formula of  $C_{40}H_{52}O_4$ . It consists of two terminal  $\beta$ -ionone rings joined by a linear polyene chain and both rings contain two polar functional groups: hydroxyl groups (-OH) located at the two asymmetric carbons C3 and C3' and a keto group (=O) at two carbons C4 and C4' (Figure 1), which makes it unique among carotenoids (Stachowiak and Szulc 2021). Depending on the configuration of hydroxyl groups at the asymmetric carbons C3, different configurational isomers of AST are found naturally: the enantiomers 3R, 3'R and 3S, 3'S are the most abundant, and the meso form 3R, 3'S is observed less often (Donoso et al. 2021). The presence of hydroxyl groups in the rings allows AST to be esterified to form mono- or di-esters and esterified AST is more resistant to temperature fluctuations and photochemical reactions (i.e., photolysis and photo-oxidation) than free AST (Ambati et al. 2014).

AST is naturally found as different stereoisomers, i.e., in the free-state and esterified forms. Commercial AST comes mainly from *Haematococcus pluvialis* (*H. p.*), *Phaffia* yeast, and chemical synthesis, in addition to extraction from shrimp, crab, salmon, and other natural sources (Ambati et al. 2014). Among them, *H. p.* is considered the best source of natural AST (J. Sun et al. 2022). The anti-oxidative and anti-inflammatory potential of AST make it a candidate for applications in human nutrition and healthcare delivery.

Its potential clinical uses include the prevention and treatment of diseases associated with reactive oxygen species (ROS). Activities such as anticancer (Chew et al. 1999; Kurihara et al. 2002; Nishino et al. 1999; X. Zhang et al. 2011), cardioprotective (Monroy-Ruiz et al. 2011; Regnier et al. 2015), anti-diabetic (Du et al. 2020; Leite et al. 2010; Ying et al. 2015), hepatoprotective (M. Shen et al. 2014; L. Wu et al. 2020), immune-modulatory (Park et al. 2010; Yin et al. 2021) and neuroprotective activities (Fakhri et al. 2019) have been studied.

However, poor stability and solubility leads to the low bioavailability of AST, i.e., the efficiency of AST absorption into the human blood circulation is low, which limits the application of AST in the functional foods and pharmaceutical industries (Martinez-Delgado, Khandual, and Villanueva-Rodriguez 2017; Sy et al. 2012). AST also has an intense odor and flavor that must generally be reduced. Delivery systems for bioactive compounds are evolving to solve the formulation challenges induced by low stability, controlling the active component release and/or improving nutrient bioavailability (Ubbink and Kruger 2006). Such targeted delivery systems for AST delivery to specific regions of the gastrointestinal (GI) tract, or more selectively to target specific tissues and cells, can be achieved (Martinez-Alvarez, Calvo, and Gomez-Estaca 2020; Nowak et al. 2019).

The focus of this paper is on systems that can be used for the targeted delivery of AST and their potential to enhance the biological activities of AST. The basis of AST's

经检索《Web of Science》、《Journal Citation Reports (JCR)》及《中国科学院文献情报中心期刊分区表》数据库,《Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)》收录论文及其期刊影响因子、分区情况如下。(检索时间:2024年8月14日)

第1条,共1条

标题:Improving the biological activities of astaxanthin using targeted delivery systems

作者:Cai, LY(Cai, Luyun);Gan, MY(Gan, Miaoyu);Regenstein, JM(Regenstein, Joe M.);Luan, Q(Luan, Qian);

来源出版物:CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION 卷:64 期:20

页:6902-6923 提前访问日期:FEB 2023 DOI:10.1080/10408398.2023.2176816 出版年:AUG 6 2024

入藏号:WOS:000934399200001

文献类型:Review

地址:

[Cai, Luyun; Gan, Miaoyu; Luan, Qian] Zhejiang Univ, Coll Biosyst Engr & Food Sci, Ningbo Innovat Ctr, Ningbo, Zhejiang, Peoples R China.

[Regenstein, Joe M.] Cornell Univ, Dept Food Sci, Ithaca, NY USA.

通讯作者地址:

Cai, LY; Luan, Q (corresponding author), Zhejiang Univ, Coll Biosyst Engr & Food Sci, Ningbo Innovat Ctr, Ningbo, Zhejiang, Peoples R China.

电子邮件地址:cailuyun@zju.edu.cn; qianluan15@hotmail.com

IDS号:XW7S9

ISSN:1040-8398

eISSN:1549-7852

期刊《CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION》2023年的影响因子为7.3,五年影响因子为10.3。

期刊《CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION》2023年的JCR分区情况为:

Edition	JCR® 类别	类别中的排序	JCR 分区
SCIE	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	11/173	Q1
SCIE	NUTRITION & DIETETICS	7/114	Q1

期刊《CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION》2023年升级版的中科院期刊分区情况为:

刊名	CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION		
年份	2023		
ISSN	1040-8398		
	学科	分区	Top 期刊
大类	农林科学	1	是
小类	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY 食品科技	2	-

《SCI-EXPANDED》收录、《JCR》期刊影响因子、分区及中科院期刊分区证明

小类	NUTRITION & DIETETICS 营养学	2	-
----	---------------------------	---	---

注:

1. 期刊影响因子及分区情况最新数据以 JCR 数据库、《中国科学院文献情报中心期刊分区表》最新数据为准。
2. 以上检索结果来自 CALIS 查收查引系统。
3. 以上检索结果均得到委托人及被检索作者的确认。





(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117694531 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 15

(21) 申请号 202311672417.8

A61K 9/14 (2006.01)

(22) 申请日 2023.12.07

A61K 31/122 (2006.01)

(71) 申请人 浙江大学宁波“五位一体”校区教育发展中心

A61K 47/36 (2006.01)

A61K 47/38 (2006.01)

A61P 39/06 (2006.01)

地址 315199 浙江省宁波市鄞州区钱湖南路1号

(72) 发明人 蔡路昀 栾倩 干淼钰 徐冉 田方

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

专利代理师 张秋燕

(51) Int. Cl.

A23L 33/00 (2016.01)

A23L 29/30 (2016.01)

A23P 10/47 (2016.01)

权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种负载虾青素的壳聚糖-纤维素复合纳米颗粒溶胶及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种负载虾青素的壳聚糖-纤维素复合纳米颗粒溶胶的制备方法,包括如下步骤:1)将虾青素丙酮溶液滴加到纤维素纳米纤维溶液中,搅拌反应0.5~2h,然后再加入水溶性壳聚糖溶液,搅拌反应0.5~2h,得到壳聚糖-虾青素-纤维素溶液;2)将步骤1)所得壳聚糖-虾青素-纤维素溶液通过旋转蒸发除去丙酮,在4-25℃条件下离心除去不溶物,取上层澄清液体,即得负载虾青素的壳聚糖-纤维素复合纳米颗粒溶胶。本发明所述负载虾青素的壳聚糖-纤维素复合纳米颗粒溶胶具有颗粒粒径小、 $\zeta$  电位高的特点,赋予虾青素较高的环境稳定性;且,呈透亮的橘红色,提高虾青素的水溶性,表现出良好的虾青素肠道递送能力。