

## 项目公示信息表

### 一、项目基本情况

奖 种	国家科技进步奖
项目名称	叶黄素酯高效提取及其高值化衍生产品制备关键技术与产业化
完成单位	晨光生物科技集团股份有限公司、浙江医药股份有限公司新昌制药厂、北京工商大学、江南大学、青岛大学、晨光生物科技集团莎车有限公司
完成人	卢庆国、许新德、王成涛、张慧、邵斌、夏书芹、安晓东、崔平永、周迪、徐建中
提名单位	中国轻工业联合会
提名单位意见	<p>叶黄素产业是全球健康产业的重要组成部分，对预防和治疗老年性黄斑退化综合症（AMD）、电子产品蓝光对视网膜损伤，促进婴幼儿眼底黄斑形成具有明显功效。项目面对我国叶黄素产业加工技术落后、高端产品国外垄断的局面，历经十余年研究，开发了叶黄素酯连续高效提取关键技术及自动化装备集成，建成了世界上最大的叶黄素酯提取生产线；开发了高纯度叶黄素酯及其衍生产品制备关键技术及装备集成，创新成果打破国外企业市场垄断；开发叶黄素和玉米黄素微囊化制剂制备关键技术及装备集成，创制多种健康产品应用剂型，满足不同人群健康需求。</p> <p>项目主持制修订国际标准 4 项，国家标准 1 项，获授权发明专利 30 项，其中美国 7 项，欧洲 4 项，发表论文 30 篇，国际领先水平鉴定成果 4 项，获省部级科技进步一等奖 4 项，中国专利优秀奖 2 项。成果已在 20 多家企业推广应用，近三年新增销售额 37.93 亿元，新增利润 8.51 亿元，带动我国叶黄素产品国际市场占有率达到 80% 以上，实现了从依赖进口到掌握国际市场话语权的根本性转变。项目转化应用在新疆、内蒙古、云南等地发展万寿菊基地 50 万亩，让 5 万个维族、彝族等少数民族家庭 20 万人年创收 7.5 亿元，实现脱贫致富，对落实边疆精准扶贫具有重大意义。</p> <p>我单位认真审阅了该项目提名书全文，确认全部材料真实有效。提名该项目为国家科技进步奖二等奖。</p>

## 二、项目简介

叶黄素酯及其衍生产品（统称“叶黄素”）是天然着色剂、营养强化剂，对预防和治疗老年性黄斑退化综合症（AMD）、电子产品蓝光对视网膜损伤，促进婴幼儿眼底黄斑形成具有明显功效。全球 1.5 亿以上人群受 AMD 困扰，青少年及婴幼儿眼健康问题也日益严重。叶黄素产业已成为全球健康产业的重要组成部分。万寿菊花是叶黄素最理想的生产原料，其种植加工起源于南美、发展于印度。我国边疆地区具有适宜万寿菊生长的自然条件，自上世纪 90 年代起开始引种加工。项目实施前，印度是叶黄素酯最主要生产国。我国叶黄素酯普遍采用罐组间歇提取，消耗多，收率低，产品仅作为国际市场补充。高值化衍生产品依赖进口。项目针对以上难题，历经十余年研究，完成了叶黄素酯高效提取及其高值化衍生产品制备关键技术开发与产业化。

1. 开发叶黄素酯连续高效提取关键技术及自动化装备集成。①创新万寿菊鲜花乳酸菌和纤维素酶耦合快速发酵工艺，实现高效生物破壁，发酵周期由 15 天降至 7 天。②开发万寿菊瞬时干燥技术，设计温湿度自动控制的滚筒-气流连续干燥装备，叶黄素损失由 10%降至 3%，单线日加工原料（折鲜花）由 200 吨提高到 600 吨。③开发多级浓度梯度提取技术及自动化装备集成，建成了世界上最大的叶黄素酯提取生产线，日加工原料（折鲜花）由 600 吨提高到 2600 吨，叶黄素酯提取率由 94%提高到 98%，提取成本由 40 元/吨降至 14 元/吨。在当前人工成本高出印度 10 倍的情况下，吨原料总加工成本仍显著低于印度先进企业水平。

2. 开发高纯度叶黄素酯及其衍生产品制备关键技术及装备集成。①创新高纯度叶黄素酯动态析出制备技术，产品含量达 80%，明显高于国外最大叶黄素酯生产厂家巴斯夫 60%的水平。②创新叶黄素酯连续反应结晶工艺，设计塔式连续皂化设备，反应时间由 150min 降至 30min，晶体得率由 70%提高到 90%，日产出晶体由 150kg 提高到 1 吨，打破国外企业市场垄断。③创制相反反应催化体系，发明叶黄素酯络合催化异构化生产玉米黄素技术，全球首次实现工业化生产。产品得率 75%以上，远高于国外玉米黄素技术垄断企业帝斯曼 29%的水平。

3. 开发叶黄素和玉米黄素微囊化制剂制备关键技术及装备集成，创制多种健康产品应用剂型。①创新叶黄素和玉米黄素液相超微化-超高压乳化-淀粉流瞬时成型双层包埋技术，研制了快速升降温特殊设备，相对于原来垄断全球的帝斯曼公司，产品叶黄素 3 个月保留率由 93%提高到 99%，填补国内空白。②基于眼部不适症状机理研究，创制多种护眼产品应用剂型，满足不同人群健康需求，引领国际高端产品市场。

项目主持制修订国际标准 4 项，国家标准 1 项，获授权发明专利 30 项，其中美国 7 项，欧洲 4 项，发表论文 30 篇，国际领先水平鉴定成果 4 项，获省部级科技进步一等奖 4 项，中国专利优秀奖 2 项。成果已在 20 多家企业推广应用，近三年新增销售额 37.93 亿元，新增利润 8.51 亿元，带动我国叶黄素产品国际市场占有率达到 80%以上，实现了从依赖进口到掌握国际市场话语权的根本性转变。在新疆、内蒙古、云南等地发展万寿菊基地 50 万亩，让 5 万个维族、彝族等少数民族家庭 20 万人年创收 7.5 亿元，实现脱贫致富，对落实边疆精准扶贫具有重大意义。

### 三、客观评价

#### 1、主持制修订**国际标准 4 项**，国家标准 1 项

- (1) 叶黄素食品安全国家标准 (GB 26405-2011)
- (2) 叶黄素美国食品化学品法典 (FCC) 标准
- (3) 叶黄素美国药典 (USP) 标准
- (4) 叶黄素制品美国药典 (USP) 标准
- (5) 玉米黄素美国食品化学品法典 (FCC) 标准

#### 2、项目验收意见

(1) 2016 年 4 月，食品添加剂产业技术创新战略联盟组织专家对“十二五”国家科技支撑计划课题“食用色素制备关键技术研究及产业化”进行了验收，认为该项目开发了天然色素微囊化新型壁材和复合壁材分散天然色素的高效喷雾冷却干燥技术，微囊化效率 99.1% 以上，研发了天然色素的微乳化包埋方案，常温储藏 6 个月相态稳定。完成任务指标要求，同意通过验收。

(2) 2017 年 6 月 20 日，受科技部委托，河北省科技厅组织专家对晨光生物科技集团股份有限公司承担的国家国际科技合作专项项目“天然色素中有害物质监测与控制技术联合研发”项目进行了验收，认为该项目创新开发了叶黄素等天然色素中有害物质检测、溯源和控制三大关键技术，完成任务指标要求，同意通过验收。

#### 3、科技成果鉴定

(1) 2017 年 9 月，中国轻工业联合会组织由孙宝国院士为主任的专家组，对“叶黄素提取和精深加工关键技术研发与产业化应用”项目进行了成果鉴定，认为项目首创了万寿菊-酶耦合生物破壁技术、叶黄素连续皂化、结晶生产技术等系列技术，整体技术水平达到国际领先。

(2) 2016 年 12 月，浙江省技术市场促进会组织沈寅初院士、林国强院士等专家，对“功能性天然类胡萝卜素及制剂制备关键技术及产业化”项目进行了鉴定，认为该项目构建了天然提取和生物制造天然类胡萝卜素技术和高效应用技术平台，取得了显著经济和社会效益，整体技术达到国际领先水平。

(3) 2016 年 6 月，中国轻工业联合会在北京组织和召开了“天然类胡萝卜素制备关键技术与产业化”项目技术鉴定会。孙宝国、朱蓓薇、吴清平、岳国君、陈坚等与会专家一致认为：项目主体技术包括叶黄素精制分离技术，玉米黄素差向异构化转位技术，类胡萝卜素生物制造技术及类胡萝卜素稳态高效化技术达到国际领先水平。

#### 4、获得科技奖励

(1) 叶黄素提取和精深加工关键技术研发与生产应用，获 2017 年中国轻工业联合会科技进步一等奖；

(2) 功能性天然类胡萝卜素稳态高效化关键技术与产业化，获 2016 年中国轻工业联合会科技进步一等奖；

(3) 叶黄素和玉米黄素的研发及产业化，获 2011 年浙江省科技进步一等奖；

(4) 一种制备叶黄素晶体的方法，获 2017 年中国专利奖优秀奖；

(5) 一种从植物油树脂中分离提纯叶黄素晶体的方法，获 2012 年中国专利奖优秀奖。

#### 5、委托研究报告

(1) 上海药物代谢研究中心对叶黄素晶体及微粒比格犬体内药动学试验研究表明，微胶囊化后，生物利用度明显提高，与叶黄素晶体给药组相比，比格犬灌胃给予 20 mg/kg 叶黄素微粒后的相对生物利用度为  $161.5 \pm 82.5\%$ 。

(2) 上海药物代谢研究中心玉米黄素晶体及微粒比格犬体内药动学试验研究表明，微胶囊化后，生物利用度明显提高，与玉米黄素晶体给药组相比，比格犬灌胃给予 20 mg/kg 玉米黄素微粒后的相对生物利用度为  $211.4 \pm 89.6\%$ 。

(3) 浙江大学叶黄素制剂在大鼠体内生物利用度试验研究表明，大鼠口服给予 100.0 mg/kg 叶黄素微胶囊制品后，5% 叶黄素微胶囊制品比 DSM 公司同类产品生物利用度高 39%。

(4) 美国 GNP 公司叶黄素微胶囊和油悬浮液稳定性和生物利用度研究表明，项目叶黄素制品无论是制品本身的稳定性还是压片后的稳定性均优于国外同类产品水平 20% 叶黄素油悬浮液颗粒平均粒径小于 DSM 公司同类产品水平，生物利用度高出 37.5%。

#### 6、查新报告

2017 年 9 月，江苏省科技查新咨询中心对叶黄素高值化关键技术研发与生产应用项目进行了国内外查新，结论认为项目创新技术效果国内外无相关报道。

#### 7、同行评价

美国药典委员会主席 Roger L. Williams 博士为项目成员单位颁发了表彰证书，对我们完成“符合 USP 使命的公共标准制订工作，表示诚挚的谢意。”

#### 8、产品评价

(1) 2011 年，叶黄素晶体被认定为国家重点新产品；

(2) 2012 年，叶黄素和玉米黄素原料及微胶囊被认定为国家重点新产品；

(3) 欧陆分析集团、上海天祥等权威第三方检测机构对叶黄素系列产品进行检测，检测结果显示，各相指标均符合/优于标准要求。

#### 9、媒体报道

2017 年，人民日报、中央电视台财经频道《看天下》栏目，对万寿菊产业发展，带动新疆老乡发家致富事迹进行了专题报道。

## 四、推广应用情况

本项目技术成果已经实现了产业化转化应用：依托项目技术、装备成果，在国内外等 20 多家企业推广应用，其中晨光生物科技集团莎车有限公司建成的日加工 2600 吨万寿菊的生产线，单线产能世界最大。项目为我国叶黄素产业整体技术进步、发展，起到了巨大的推动作用。同时项目高纯度叶黄素晶体提取纯化技术推广应用于其它天然类胡萝卜素的生产，微囊化技术推广应用于其它脂溶性营养素和维生素的生产。

近三年为项目完成单位和应用单位新增销售收入 37.93 亿元，带动我国叶黄素产业实现产销量世界第一。

项目技术涉及产品已经推广到蒙牛、伊利、惠氏等乳制品企业，辉瑞、博士伦等保健品企业，娃哈哈、养目等饮品企业，为下游企业提供了充足、优质的原料，打破了美国 Kemin、印度 OmniActive 等企业垄断叶黄素高端产品国际市场的局面。

主要应用单位情况表

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
晨光生物科技集团股份有限公司	叶黄素浸膏、晶体、微囊、叶黄素酯等高效生产技术	2002 年至今	温盼来 18832051765	近三年新增销售额 65288.65 万元，新增利润 7960.27 万元
浙江医药集团股份有限公司新昌制药厂	叶黄素晶体、微囊、叶黄素酯等产品高效生产技术	2005 年至今	许新德 18057566038	近三年新增销售额 197993.51 万元，新增利润 49590.29 万元
晨光生物科技集团莎车有限公司	叶黄素浸膏高效生产技术	2012 年 1 月至今	李红燕 15214978781	近三年新增销售额 26164.25 万元，新增利润 4324.44 万元
广州立达尔生物科技股份有限公司	叶黄素生产关键技术	2015 年至今	杨艳然 18028652848	近三年新增销售额 77643.65 万元，新增利润 21696.28 万元
晨光生物科技集团喀什有限公司	叶黄素浸膏高效生产技术	2012 年 1 月至今	郭永安 15292936538	近三年新增销售额 7536.14 万元，新增利润 763.38 万元
石屏一红生物科技有限公司	万寿菊造粒技术	2015 年 1 月至今	张革先 15887968777	近三年新增销售额 2430 万元，新增利润 500 万元
呼伦贝尔是吴昊生物科技有限公司	万寿菊造粒技术	015 年 1 月至今	吴玉安 18748489728	近三年新增销售额 2230.76 万元，新增利润 292.75 万元

## 五、主要知识产权证明目录（不超过 10 件）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家 (地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
发明专利	Process for preparing xanthophyll crystal	美国	US8921615B2	2014.12.30	8921615B2	晨光生物科技集团股份有限公司	卢庆国、连运河、苏学辉、安晓东、程远欣、齐立军	有效
发明专利	Method for preparing high-content zeaxanthin	美国	US9,376,357 B2	2016.6.28	9,376,357 B2	浙江医药股份有限公司新昌制药厂	邵斌、张莉华、许新德、孙晓霞	有效
发明专利	Carotenoid oil suspension with high bioavailability and preparation method thereof	美国	US 9,622,497 B2	2017.4.18	9,622,497 B2	浙江医药股份有限公司新昌制药厂	许新德、邵斌、劳学军	有效
发明专利	高真空连续排液装置	中国	zl201310380700.3	2015.2.11	1585488	晨光生物科技集团莎车有限公司	韩文杰、刘凤山、张亚辉、田令善	有效
发明专利	去除天然提取物中农药残留的方法	中国	zl201210193935.7	2015.11.25	1851699	晨光生物科技集团股份有限公司	李凤飞、李俊和、杨文江	有效
发明专利	叶黄素浸膏高效制备玉米黄质的方法	中国	zl201410739196.6	2016.8.17	2178735	晨光生物科技集团股份有限公司	尹丹丹；安晓东；段志鹏；王沙沙；田洪	有效
发明专利	一种由叶黄素油树脂制备高纯度叶黄素酯的工业生产方法	中国	ZL201010557485.6	2012.8.22	1024522	晨光生物科技集团股份有限公司	卢庆国；连运河；安晓东；程远欣	有效
发明专利	Process for isolation and purification of xanthophyll crystals from plant oleoresin	美国	US 7,271,298 B2	2007.9.18	7,271,298 B2	浙江医药股份有限公司新昌制药厂	许新德、邵斌、周迪、叶双明、王艳峰、陈伯秋	有效
发明专利	叶黄素水溶性干粉的制备方法	中国	ZL200610154617.4	2010.4.14	606758	浙江医药股份有限公司新昌制药厂	周迪；许新德；张莉华；叶双明；丁驰宇；陈伯秋；邵斌	有效

发明 专利	Formula food to be beneficial for visuognosis persistence and use thereof	欧洲	EP 2 138 055 B2	2012.8 .29	2138 055 B2	浙江医药股 份有限公司 新昌制药厂	许新德、 周迪、张 莉华、邵 斌	有效
----------	---	----	-----------------------	---------------	----------------	-------------------------	---------------------------	----

## 六、主要完成人情况表

姓名	卢庆国	排名	1	技术职称	正高级工程师
工作单位	晨光生物科技集团股份有限公司			行政职务	总经理
完成单位	晨光生物科技集团股份有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目负责人，主持并全程参与了项目创新工作，主导完成创新点二中叶黄素酯提取工艺开发、有害物质去除工艺开发，及相关产业化工作；指导创新点二中叶黄素晶体工艺开发，主持完成产业化工作；指导创新点三中叶黄素微囊工艺开发，叶黄素软胶囊研制等相关工作。</p>					

姓名	许新德	排名	2	技术职称	正高级工程师
工作单位	浙江医药股份有限公司新昌制药厂			行政职务	无
完成单位	浙江医药股份有限公司新昌制药厂				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目技术负责人之一，主持叶黄素高值化技术及产业化应用、开发出创新络合催化异构化生产高值玉米黄素技术、液相超微乳化双层包埋技术平台以及多种叶黄素吸收增强型功能性制剂。主持4项国际标准和1项国家标准的制定，产品专利网构建，发表多篇SCI/EI论文。对项目创新点2、3相关工作作出重大贡献。</p>					

姓名	王成涛	排名	3	技术职称	教授
工作单位	北京工商大学			行政职务	副院长
完成单位	北京工商大学				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目技术负责人之一，参与完成天然叶黄素发酵、叶黄素规模化提取生产，叶黄素稳态化包埋技术研究等工作，对创新点1、创新点3相关工作作出重要贡献。</p>					



姓名	张慧	排名	4	技术职称	副教授
工作单位	青岛大学			行政职务	无
完成单位	青岛大学				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>参与完成了天然叶黄素的提取、分离、结晶、微囊化等研究工作。对创新点 1、创新点 2、创新点 3 均作出了重要贡献。</p>					

姓名	邵斌	排名	5	技术职称	正高级工程师
工作单位	浙江医药股份有限公司新昌制药厂			行政职务	厂长
完成单位	浙江医药股份有限公司新昌制药厂				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目负责人之一，全程参与叶黄素酯高值化技术及产业化应用，指导创新络合催化异构化生产高值玉米黄素生产，建立液相超微乳化双层包埋技术平台生产线，指导叶黄素吸收增强型功能性制剂的创制及应用。对项目创新点 2、3 相关工作作出重要贡献。</p>					

姓名	夏书芹	排名	6	技术职称	教授
工作单位	江南大学			行政职务	无
完成单位	江南大学				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>作为项目主要参与人员，开展叶黄素的微纳米胶囊化研究与产品开发，对创新点三作出了重要贡献。</p>					

姓名	安晓东	排名	7	技术职称	工程师
工作单位	晨光生物科技集团股份有限公司			行政职务	无
完成单位	晨光生物科技集团股份有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主要完成人，主要参与叶黄素结晶技术创新，玉米黄素生产技术开发。对项目创新点二作出重要贡献。</p>					

姓名	崔平永	排名	8	技术职称	工程师
工作单位	晨光生物科技集团股份有限公司			行政职务	无
完成单位	晨光生物科技集团股份有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主要完成人，主要参与叶黄素酯生产工艺开发及产业转化，对项目创新点一作出重要贡献</p>					

姓名	周迪	排名	9	技术职称	高级工程师
工作单位	浙江医药股份有限公司新昌制药厂			行政职务	无
完成单位	浙江医药股份有限公司新昌制药厂				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目技术负责人之一，主持叶黄素高值化技术及产业化应用，并对液相超微乳化双层包埋技术平台建立和叶黄素吸收增强型功能性制剂的创制及应用研究做了大量工作，发表多篇论文。对项目创新点3相关工作作出重要贡献。</p>					

姓名	徐建中	排名	10	技术职称	高级工程师
工作单位	晨光生物科技集团股份有限公司			行政职务	无
完成单位	晨光生物科技集团股份有限公司				
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主要完成人，开展叶黄素微囊生产工艺开发及产业化转化等工作。对项目创新点三作出重要贡献。</p>					

## 七、主要完成单位及创新推广贡献

主要完成单位情况表

单位名称	晨光生物科技集团股份有限公司
排 名	1
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>晨光生物科技集团股份有限公司是世界上最大的植物提取物供应商，在项目开发及推广应用过程中，主导并参与完成了项目创新点 1、2、3 的相关工作，开发了叶黄素酯连续高效提取关键技术及自动化装备集成，建成了世界上最大的叶黄素酯提取生产线；创新叶黄素酯连续反应结晶生产叶黄素晶体工艺，设计塔式连续皂化设备，各项指标明显优于国内外先进水平，打破了国外企业的市场垄断；参与叶黄素和玉米黄素微囊化制剂制备关键技术及装备集成，应用于多种终端产品。</p> <p>在晨光生物科技集团股份有限公司的带动下，我国叶黄素产品国际市场占有率达到 80%以上，实现了从依赖进口到掌握国际市场话语权的根本性转变，带动新疆、内蒙古、云南等地发展万寿菊基地 50 万亩，让 5 万个维族、彝族等少数民族家庭 20 万人年创收 7.5 亿元，实现脱贫致富，对落实边疆精准扶贫具有重大意义。</p>	

主要完成单位情况表

单位名称	浙江医药集团股份有限公司新昌制药厂
排 名	2
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>浙江医药集团股份有限公司新昌制药厂对项目创新点 2、3 相关工作作出重要贡献，主要完成了天然叶黄素高值化制剂技术及产业化应用内容开发，包括创新开发叶黄素酯络合催化异构化生产高值化玉米黄素技术，发明叶黄素液相超微乳化双层包埋技术，开展叶黄素吸收增强型功能性制剂创制及应用研究，并完成了创新技术的产业化转化。</p>	

主要完成单位情况表

单位名称	北京工商大学
排 名	3
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>北京工商大学为项目创新技术主要完成单位之一，对项目创新点 1、3 相关工作作出重要贡献。主要参与完成以万寿菊为原料提取叶黄素酯工艺技术开发及产业化应用研究工作，参与叶黄素酯规模化、连续化提取生产线设计和改建，参与开展叶黄素微囊化技术相关研究。</p>	

主要完成单位情况表

单位名称	江南大学
排 名	4
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>江南大学为项目创新技术主要完成单位之一，对项目创新点 3 相关工作作出重要贡献。主要参与完成叶黄素/玉米黄素微胶囊包埋与稳态化研究。研究过程中参与国家“十二五”科技支撑计划项目 1 项，发表论文 5 篇。</p>	

主要完成单位情况表

单位名称	青岛大学
排 名	5
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>青岛大学为项目创新技术主要完成单位之一，对项目创新点 1、2 相关工作作出重要贡献。主要参与完成万寿菊花原料预处理技术开发，叶黄素酯连续化、规模化生产技术开发及示范应用。</p>	

### 主要完成单位情况表

单位名称	晨光生物科技集团莎车有限公司
排 名	6
对本项目科技创新和推广应用情况的贡献	
<p>晨光生物科技集团莎车有限公司为项目创新技术主要完成单位之一，对项目创新点 1 相关工作作出重要贡献。主要参与完成叶黄素酯连续化、规模化生产技术开发及示范应用，建成日加工万寿菊花 2600 吨的连续化、自动化提取加工生产线。项目实施过程中获得授权发明专利 1 项，实用新型专利 4 项，近三年新增销售收入 26164.25 万元，新增利润 3382.91 万元。</p>	

## 八、完成人合作关系说明（含完成人合作关系情况汇总表）

项目完成单位晨光生物科技集团股份有限公司、浙江医药集团股份有限公司新昌制药厂、北京工商大学、江南大学、青岛大学、晨光生物莎车科技集团莎车有限公司在叶黄素酯高效提取及其高值化衍生产品制备关键技术与产业化项目开发过程中有着多年的合作，共同承担或参与了本项目的部分工作。项目主要完成人均对本项研究内容开展做出了重要贡献，作为完成人共同承担了国家科技计划项目，获得了多项专利，制修订了国家标准、国际标准，发表了多篇学术论文，详见“完成人合作关系情况汇总表”。

项目完成单位/主要完成人围绕项目主要内容开展相关工作，既有分工又有合作。晨光生物科技集团股份有限公司卢庆国、安晓东、崔平永、徐建中在从万寿菊中提取叶黄素酯、叶黄素晶体制备、叶黄素微囊化技术开发与生产转化等方面做出了重大贡献；浙江医药集团股份有限公司新昌制药厂以叶黄素酯为原料，重点完成玉米黄素、叶黄素微囊等高值化产品工艺开发、设备研制与生产转化。晨光生物科技集团股份有限公司与浙江医药集团股份有限公司共同完成了食品安全国家标准-食品添加剂-叶黄素（GB 26405-2011）国家标准制定。晨光生物科技集团股份有限公司与青岛大学张慧合作，完成了万寿菊花发酵预处理、提取叶黄素酯工艺开发。技术成果在晨光集团集团股份有限公司、晨光生物莎车科技集团莎车有限公司转化应用；晨光生物科技集团股份有限公司与北京工商大学、江南大学合作完成了叶黄素微囊化技术研发，共同承担完成了“十二五”“农村领域国家科技支撑计划专项-食品添加剂制造关键技术研究（2011BAD23B00）”。项目主要完成人卢庆国、许新德、王成涛、张慧、夏书芹、安晓东、徐建中、周迪等共同参与申报了2017年度中国轻工业联合会科技进步奖，项目获得一等奖（叶黄素提取和精深加工关键技术研发与生产应用）。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	备注
1	共同知识产权	卢庆国/1 安晓东/7	2011年	process for preparing xanthophyll crystal	



2	修订国家标准	卢庆国/1 许新德/2 邵斌/5	2010年	食品安全国家标准食品添加剂 叶黄素	
3	共同获奖	卢庆国/1 许新德/2 王成涛/3 张慧/4 夏书芹/6 安晓东/7 周迪/9 徐建中/10	2017年	中国轻工业科技进步一等奖 获奖：叶黄素提取和精深加工关键技术研发与生产应用	
4	共同知识产权	许新德/2 邵斌/5 周迪/9	2006年	叶黄素水溶性干粉的制备方法	
5	科技成果	卢庆国/1 崔平永/8	2010年	叶黄素工业化生产技术	
6	科技项目	卢庆国/1 夏书芹/6	2011年	食品添加剂制造关键技术研究	