



中国科学院  
过程工程研究所

Institute of Process Engineering  
Chinese Academy of Sciences



# 科技开发项目手册

## 生态农业与生命健康



## 中国科学院过程工程研究所简介

中国科学院过程工程研究所前身是1958年成立的中国科学院化工冶金研究所。50多年来，研究范围逐步扩展到能源化工、生化工程、材料化工、资源/环境工程等领域，学科方向由“化工冶金”发展为“过程工程”。2001年更为现名。

在国家“十二五”时期和中国科学院“创新2020”实施过程中，过程工程所进一步明确“引领过程工程科学前沿，支撑过程工业技术创新”的发展目标，瞄准国家战略需求和世界科技前沿，针对当前制约过程工程跨越发展的突出问题，制定并实施“一三五”战略规划和科技布局：

“一个定位”是定位于大规模资源转化利用及替代的绿色过程的基础与应用研究，突破过程工程的共性理论、关键技术、关键装备及系统集成，建立资源高效转化或替代的过程工程研究平台，为国家过程工业发展提供强有力的科技支撑；着力实现的“三项突破”是多尺度放大调控及其重大应用、矿产资源高效清洁转化利用技术、生物过程关键技术与装备；重点部署的“五大方向”是煤热解及油气综合利用、生物过程强化与集成、绿色化工及污染控制技术、非常规介质催化与过程节能、功能材料化工及太阳能利用。围绕重大突破和产出，探索适应过程工程跨越发展的体制机制，提出了创新科研组织模式和完善成果转化链两项重大改革举措，形成符合过程工程学科发展规律的科研创新体系。

过程工程所现有生化工程国家重点实验室和国家生化工程技术研究中心（北京）、多相复杂系统国家重点实验室、湿法冶金清洁生产国家工程实验室、中国科学院绿色过程与工程重点实验室、离子液体清洁过程北京市重点实验室以及过程工程研发中心、生物质研究中心、循环经济技术研究中心、过程污染控制环境工程研究中心、太阳能研究中心、过程工程中关村开放实验室等科研机构。中国颗粒学会及中国化工学会离子液体专业委员会挂靠过程工程所，所内主办《过程工程学报》、PARTICUOLOGY（颗粒学报）和《计算机与应用化学》三个学术期刊。



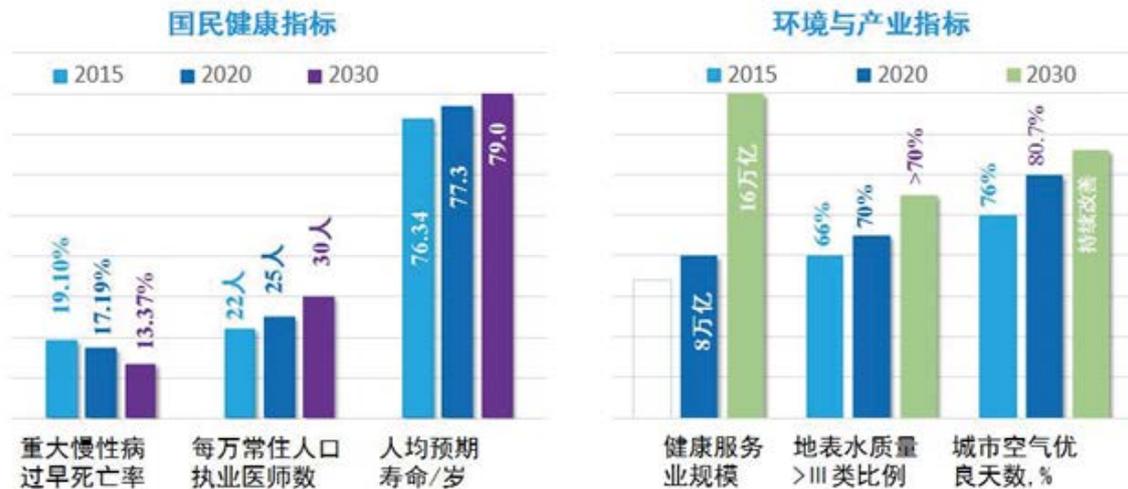
随着国家“十三五”规划建议“的提出，“加强生态文明建设，促进经济社会可持续发展，建设美丽中国”被首度写入五年规划，“农业现代化”更成为国家“十三五”规划的主线。十八届五中全会指出要大力推进农业现代化，加快转变农业发展方式，走产出高效、产品安全、资源节约、环境友好的农业现代化道路。

中国是农业大国，我国最新公布的耕地总面积为20.3亿亩。我国耕地资源面临着突出问题，户均耕地面积严重不足、耕地基础地力后劲不足、局部地区有机质含量下降较快、耕作层变浅现象普遍、养分非均衡化、土壤污染日趋严重、土壤生态功能变差等，这些问题已经威胁到我国粮食安全和生态环境安全。解决这些问题，需要通过构建“土肥和谐”关系，实现土壤生态系统的和谐统一。



“国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）”将研发新型环保肥料、缓控释肥料等列为优先发展主题。对大田作物而言，高效缓释肥料不仅可以减少农业劳动力的投入、减少肥料的浪费，同时还能提高农业生产的效率、减少施肥对环境的影响，保护生态环境，是肥料发展的重要方向之一。农业部全文刊发《开展果菜茶有机肥替代化肥行动方案》，要求以果菜茶生产为重点，实施有机肥替代化肥，涉及柑橘、苹果、茶叶、设施蔬菜等4大类经济作物及其主产区。传统化肥生产企业面临着巨大的危机，必须尽快转型升级，利用在肥料领域的先天优势和品牌优势，大力发展有机肥，成为有机肥行业的领跑者。

我国高度重视生命健康产业的发展。2012年，国务院印发了《生物产业发展规划》，将生物产业确定为国家的战略性新兴产业，旨在引导我国生命健康产业快速崛起。在2016年，中共中央、国务院印发《“健康中国2030”规划纲要》，推进健康中国建设，提高人民健康水平。



传统产业的发展日益受到能源、土地、人力资源等要素的制约，面临节能减排、环境保护等方面的压力，迫切需要转型升级。生命健康产业具有低排放、低污染、科技含量高、产品附加值高、土地产出率高等传统产业所不具备的突出优势。同时，各种食品安全问题不断出现，威胁人民群众的健康。这些问题的解决均有赖于生命健康产业的快速发展。未来15年，是推进健康中国建设的重要战略机遇期。经济保持中高速增长将为维护人民健康奠定坚实基础，科技创新将为提高健康水平提供有力支撑，各方面制度更加成熟更加定型将为健康领域可持续发展构建强大保障。

过程工程所在生态农业与生命健康领域具有强大的科研团队和工程技术能力。目前，研究所在研发新型环保肥料、农业废弃物综合利用、天然植物提取及保健品的开发等方面拥有大量的高精尖的技术、工艺和装备，为我国的现代生态循环农业和大健康产业的发展贡献自己的科技力量。

# 目录

## CONTENT

- 01 生态制剂在大棚蔬菜种植中的应用
- 03 秸秆腐植酸聚合制备腐植酸生态肥
- 05 可降解包裹型缓释肥料生产技术
- 07 微藻固碳与沙生植物相结合的生态沙产业
- 09 玛咖产业化关键技术研究及应用
- 11 解酒保肝产品开发及生产
- 12 枸杞多糖的高效制备、产品开发及生产
- 14 入侵植物紫茎泽兰的资源化综合利用
- 16 白藜芦醇生态制备关键技术与产品
- 17 基于离子液体的甲壳素提取技术
- 19 基于离子液体的蚕蛹综合利用新技术
- 21 生物医用高分子材料的技术推广与产品研发



## 生态制剂在大棚蔬菜种植中的应用

**背景及概况：** 蔬菜大棚是我国蔬菜种植的主要方式之一，随着蔬菜大棚的快速发展以及消费者对有机蔬菜需求的增加，有机大棚蔬菜生产还面临一系列亟需解决的问题。由于大棚蔬菜的高密度种植以及化肥的过量、反复施用，土壤的微生物生态平衡被打破，引起土壤板结，也造成蔬菜产量降低、品质下降。另外，大棚里较为封闭，利于病害发生，尤其很多有害病菌聚集在土壤中，连年种植必须长期施药，一方面，病原菌会产生较强抗药性；另外，大量施用农药，不仅提高了种植成本，也给农产品安全带来威胁。



化肥过量、反复施用



土壤板结、微生物生态被破坏



蔬菜产量、品质下降

微生物有机肥是特定功能微生物生态制剂与经无害化处理、腐熟的有机物料复合而成的一类兼具微生物肥料和有机肥效应的肥料。由于富含大量有益微生物生态制剂及其产生的有益代谢产物，施用微生物制剂及有机肥料不仅能为农作物提供全面营养，而且肥效长，可增加和更新土壤有机质，促进微生物繁殖，改善土壤的理化性质和生物活性，降低农药和化肥的施用，为有机蔬菜生产奠定基础。

**技术特点：** 通过引入微生物生态制剂技术，用绿色、安全的生物技术改善土壤生态环境、预防病虫害发生，为有机大棚蔬菜种植提供保障。实验室通过高通量微生物筛选技术，从自然环境中分离、筛选能够提高大棚蔬菜土壤肥力，消除引起土壤板结、抑制病原菌的微生物菌种；并通过微生物的复配，形成抑制病原菌的生长，提高蔬菜抗病能力，消除土壤板结，提高土壤微生物多样性的微生物生态制剂。



细菌和真菌的筛选和复配



复合微生物菌剂的规模化液态和固态发酵

**专利和获奖情况：**该技术具有我国独立知识产权，已经申请国家发明专利。

**市场分析：**根据我国农业部微生物肥料质检中心统计分析，微生物生态菌剂及有机肥市场超过200亿元/年。

**示范与应用：**筛选、鉴定、复配后的复合菌剂，已通过液态和固态发酵分别实现了微生物生态制剂的规模化生产，成功应用于蔬菜大棚的种植。



微生物生态制剂用于大棚黄瓜种植



微生物生态制剂用于大棚西红柿种植

**合作方式：**技术转让，技术开发，技术服务。

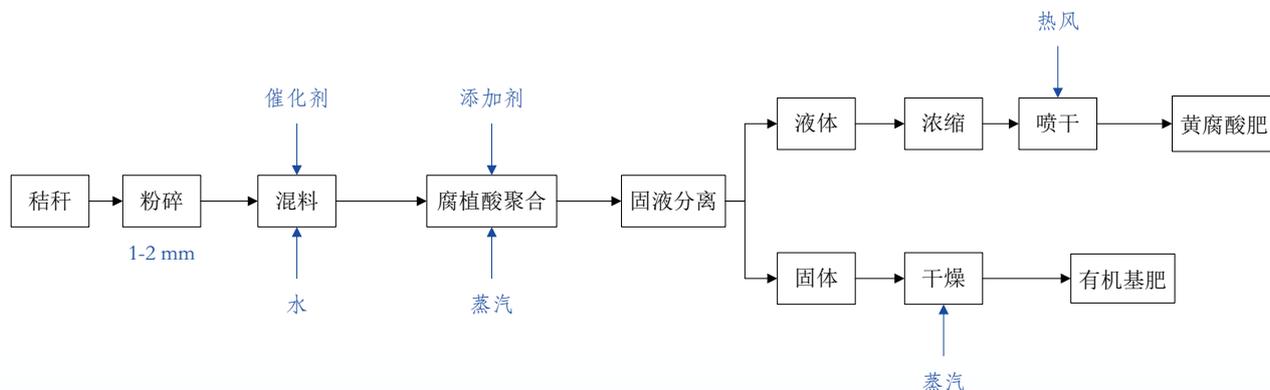
**产业化所需条件：**厂房、资金



## 秸秆腐植酸聚合制备腐植酸生态肥

**背景及概况：**腐植酸作为肥料在农业中的应用具有5大优势：改良土壤、增效化肥、刺激生长、增强抗逆、改善品质。当前在“化肥零增长”（农农发[2015]2号文件）、“肥料绿色化”（工信部[2015]251号文件）的新形势下，腐植酸肥料发展前景广阔。农业部已经组织开展了腐植酸肥料试验示范工作，全国农技推广中心也将会继续支持腐植酸肥料推广试验示范工作，并竭尽全力推广腐植酸肥料。化肥减量，应该在保证农产品产量的前提之下，这就要求肥料利用率必须提高，作为新型肥料的优秀代表，腐植酸肥料对于提升肥料利用率具有显著的效果。为满足我国低碳经济和生态农业的发展需要，腐植酸绿色环保肥料将在未来有着巨大的市场空间。

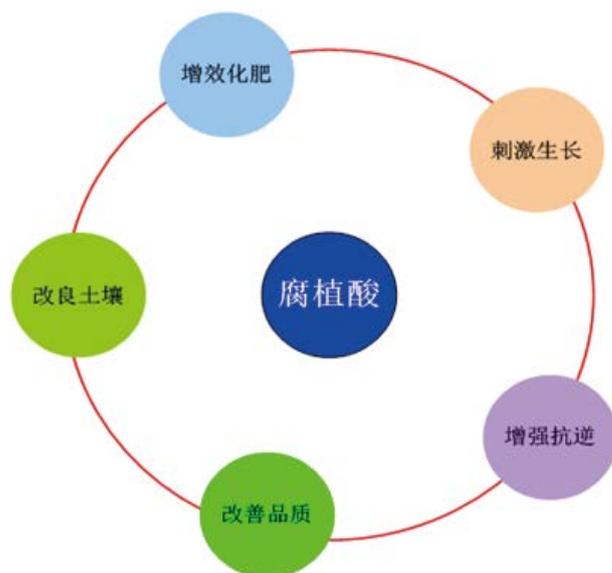
**技术特点：**本技术是通过绿色催化技术将秸秆转化为腐植酸，完全颠覆了传统的秸秆堆肥过程。腐植酸聚合技术腐植化快速，传统堆肥需要2-3个月，而腐植酸聚合技术仅需2-3个小时。腐植化彻底，传统堆肥腐植化不彻底，发酵过程不容易掌控，产品质量不稳定。腐植酸得率100%，传统秸秆堆肥得率仅为50-70%，其余成分转化为二氧化碳进入大气环境。



**市场分析：**根据土地质量的高低，每亩土地每年腐植酸有机肥的施用量为100~200 kg，全国20.27亿亩的耕地，每年需要腐植酸有机肥2.027~4.054亿吨。因此腐植酸有机肥市场巨大。

为科学调整农业施肥结构，改善农业生态环境，经国务院批准，自2008年6月1日起，纳税人生产和销售、批发、零售有机肥产品免征增值税。同时，为优化农业生产投入结构，促进农业可持续发展，经国务院批准，自2015年9月1日起，对纳税人销售和进口化肥统一按13%税率征收国内环节和进口环节增值税，钾肥增值税先征后返政策同时停止执行。因此腐植酸肥料属于国家鼓励生产的农资产品，在税收上占有优势。

**示范与应用：**腐植酸聚合技术产生的产品完全腐植化，可与煤炭来源的腐植酸相媲美，因此具有煤炭腐植酸的所有用途，是发展现代绿色环保型农业必不可少的肥料，应用领域广泛，除作为肥料应用于农业外，还被广泛应用于农药、工业、医药、食品、化妆品等领域。



**合作方式：**技术转让，技术开发，技术服务。

**产业化所需条件：**本技术可年处理10万吨秸秆，年产黄腐酸肥7.8万吨，有机基肥3.3万吨，设备投资1.5亿元，生产成本2.0亿元，销售收入2.8亿元，利润5000万元，投资回收期4-5年。



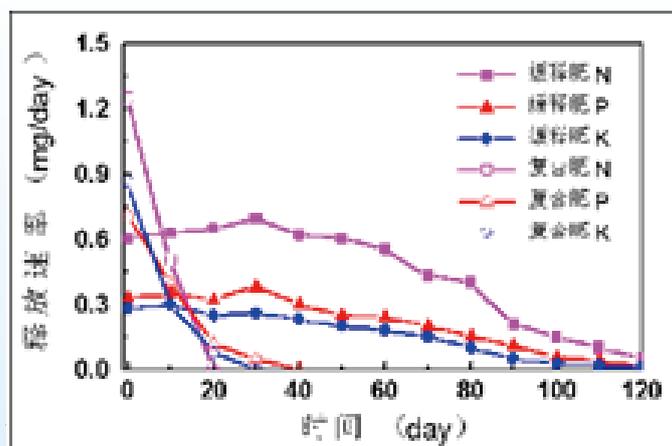
## 可降解包裹型缓释肥料生产技术

**概况及背景：**要减少肥料浪费，一种办法是合理施肥，在合理施肥量的基础上，少量多次供给作物肥料；另一种方法是在肥料的剂型上创新，采用缓控释肥料。目前国内的缓释肥料产品以树脂包膜型肥料为主，产品价格高，不可降解，不利于农业生产的大面积应用。可降解材料包裹型缓释肥料是以木质素和植物源疏水性物作为包裹材料，通过无溶剂的包裹工艺对化肥进行包衣制备而成。肥料养分随木质素的逐渐降解透过包裹层微细孔进行释放，实现养分的可控缓释，提高肥料利用率。该技术原料廉价易得，技术工艺简单，不需要复杂设备，生产成本低，克服了目前常规树脂包膜肥料成本高、价格昂贵和难以降解的诸多弊端。

**技术创新及特点：**本技术创新点包括：1) 产品设计创新。本技术发明了木质素作为包裹材料制备缓释肥料（专利号：ZL200610079035.4）可实现肥料养分的缓慢释放，达到国家标准要求。这不但使包裹的肥料养分随着木质素的降解实现智能化释放，同时木质素可以被土壤微生物降解并转化成腐植质，具有改良土壤的作用。2) 包膜技术创新。本项目采用无溶剂热喷涂流化床包裹技术，实现了包膜缓释肥料的一步法制备。该技术简化了生产流程，降低了设备投入和生产能耗，有效克服了常规树脂包裹缓释肥料需采用有机溶剂的复杂工艺，且无二次污染，有效降低了包膜成本。

**产品特点：**（1）缓释高效：养分释放期为2~4个月，均衡释放，一次性施入可满足作物整个生长季的养分需求。（2）效益良好：可显著提高农产品产量和品质，可减少施肥次数和人力，提高农产品的经济效益。（3）生态环保：包膜材料可生物降解，降解后转化为腐植酸可改良土壤。

**专利及获奖情况：**该技术获得3项国家发明专利授权，技术水平达国际先进，已实现产业化。项目“可降解材料包裹型缓释肥料工业生产技术研究和应用”获得2016年环境保护科学技术奖二等奖。

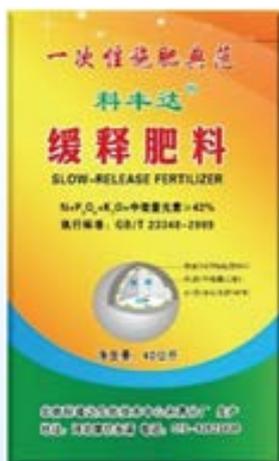


缓释肥料与复合肥料养分释放曲线比较



**市场分析：**2016年9月中国农用氮、磷、钾化学肥料总计(折纯)产量为611.5万吨，全球农业化肥需求稳步增长，预计2017年全球对氮、磷、钾肥的需求量将达到11246、4286、3374万吨；分区域看，主要消费区域集中在亚洲地区。我国每年化肥使用量为5000多万吨，考虑到耕作模式、农民的认知水平、政府推动力度等因素，以50%的替代和应用是合理的，因此缓释肥料的市场容量是2500万吨，而在2013年缓释肥料推广应用仅有210万吨，发展空间巨大。国内树脂缓释肥料价格比普通肥料增加50~100%，而可降解材料包裹型缓释肥料只提高30%，肥料利用率可提高1倍左右，具有很强的市场竞争力。

**示范与应用：**该缓释肥料性能指标达到国家标准(GB23348-2009)，已经在玉米、水稻、园艺以及瓜果蔬菜等作物上应用了几千亩。应用结果表明，与普通化肥相比，作物增产幅度在10~20%，减施肥料10%以上，产生良好的经济效益和生态效益，成为新型肥料的发展方向。



**合作方式：**技术转让。

**产业化所需条件：**以年产万吨规模为例，生产设备投入200万元即可，达产后2年左右即可收回投资，有良好的经济效益。因此可降解包裹型缓释肥料具有广阔的应用前景。



## 微藻固碳与沙生植物相结合的生态沙产业（沙漠微藻农场）

**背景及概况：**我国是一个蛋白资源、油脂资源缺乏的国家，微藻富含蛋白、油脂，以及多种生物活性物，单位面积产量远高于农作物，是大宗食品的潜在来源。我国沙漠面积近60万平方公里，沙漠日照长，昼夜温差大，有利于微藻生长。地广人稀的沙漠地区是我国未来发展微藻产业的适宜地点，也是弥补耕地不足的有效途径。

以软体板式光生物反应器直接覆盖沙漠地表，大幅度降低地表的蒸发；在光反应器上预留降水汇集通道，实现雨水的收集和保存；实现保水保墒。软体板式光反应器培养微藻可进一步与沙生植物相结合。将含有有机质和营养盐的培养废液用于沙生植物的栽培，促进固沙植物繁育，并滋养沙漠；而沙生植物为微藻光反应器遮挡中午的强光、缓解微藻光抑制和过高温度。



**技术特点：**软体板式光反应器采用廉价材料，大幅度降低反应器造价；特殊的内部结构可以使微藻细胞以较高的频率在光区和暗区穿梭，大幅度提高光能利用率。

**市场分析：**到目前为止，微藻产业在我国已形成了一定的产业规模。2010年我国螺旋藻的产量为5123.74吨，到2014年其产量增加到6913.67吨，年均复合增速为7.78%。

全国目前有100多家微藻产品相关企业，分布于云南、海南、江西、广西和福建等地。2015年螺旋藻总养殖面积超过700万平方米，螺旋藻干藻粉的总产量达到7500吨。销售方面，上游干藻粉产品需求处于供不应求的状态，下游以螺旋藻功能为中心开发了以保健品、食品添加剂、饲料为主的多项产品。国内功能食品市场目前处于增长趋势，加之未来老龄化影响、居民消费水平的提高，功能食品会更加趋于繁荣。



**示范与应用：** 针对我国沙漠地区，开发软体板式光反应器培养微藻与沙生植物相结合的生态工程技术，形成沙漠微藻农场的雏形。开发高效低成本的微藻生产大宗食用油和蛋白的技术体系，为我国食用油脂和蛋白资源短缺提供技术储备。为沙漠地区的生态修复和产业结构调整提供技术支撑，同时延伸微藻固碳产业，打造以微藻为核心的沙产业。



**合作方式：** 技术转让，技术开发，技术服务。

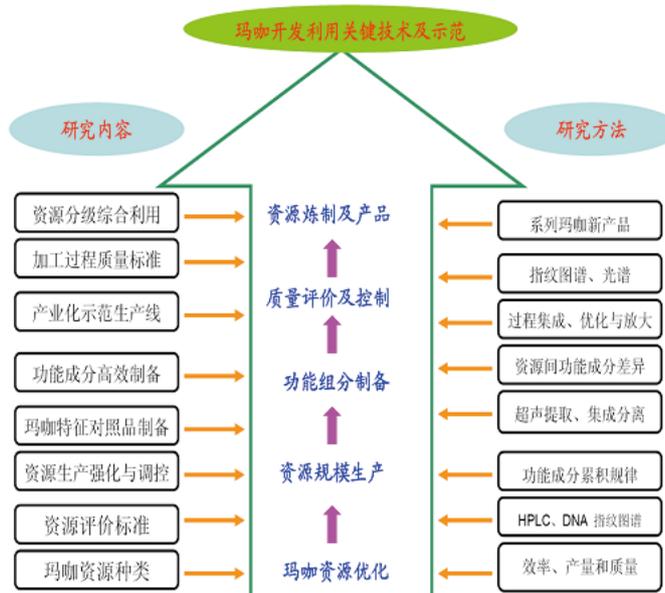
**产业化所需条件：** 产业化推广平台。



## 玛咖产业化关键技术研究及应用

**背景及概况：**玛咖（*Lepidium meyenii* Walp, maca）为十字花科独行菜属、生长在海拔3000–4500米高原植物。研究表明：玛咖含有玛咖酰胺、生物碱、芥子油苷、玛咖多糖等多种功能成分，玛咖具有抗疲劳、改善睡眠、平衡血糖、缓解更年期症、抗前列腺增生等多种作用。随着玛咖的普及和食用效果的显现，玛咖产品成为中高端消费人群保健首选，玛咖正在成为我国健康产业中的战略新兴产业，有望形成数百亿的玛咖健康产业。

**技术工艺及特点：**（1）采用常温超声强化提取玛咖功能组分，提取温度低、时间短、能耗低，且活性成分保留率较高。（2）根据玛咖不同功能成分的极性，分级提取分离，开发出不同功能产品。（3）采用膜分离、层析分离等制备玛咖各种功能性组分，如高纯度玛咖酰胺单体。（4）通过体外实验、细胞实验、动物实验、人体试吃等优化生产工艺，建立质控体系，保证产品功能和生产稳定性、一致性。（5）研究建立了DNA分子条码技术，可对市售玛咖产品进行真伪、掺假鉴别。





**专利获奖情况：**本项目已申请相关专利15项，其中授权8项。本项目技术成熟度高，先后获得国家863项目、地方政府项目、企业合作项目等的支持。本技术已申报成功保健食品2款，并成功上市。基于本项目，已研制建立了目前唯一政府发布标准，《云南省食品安全地方标准-玛咖干制品》（2015年9月27日成功颁布实施）。

**市场分析：**玛咖自2011年批准为新资源食品以来，2015年我国种植规模已达到40万亩，玛咖原料产量已跃居世界第一，玛咖产业规模已达100亿元。随着相关标准推出，以及玛咖产品消费市场的理性回归，玛咖产品急待升级。以功能为基础，通过分级利用加工的玛咖保健功能产品，更加针对不同消费者的需求，单个功能产品市场销售将达数亿元以上。

**产品类型及特点：**产品类型包括压片糖果、破壁超微粉、饮料、配制酒等普通食品，胶囊、口服液、片剂等保健食品。研发的功能包括缓解体力疲劳、提高免疫、降血糖、保护酒精性肝损伤、改善生殖、抗氧化、改善睡眠等。产品活性强、生物利用度高、食用量小、便于携带。



**合作方式：**成果转让、许可使用、合作开发、技术服务

**产业化所需条件：**原料、厂房、设备、资金、人员



## 解酒保肝产品开发及生产

**背景及概况：**酒精在人体的分解代谢有三条途径：肝脏、皮肤和呼吸系统。其中约95%通过肝脏的酶系统进行氧化代谢。酒精代谢途径：酒（乙醇）→乙醛→乙酸→二氧化碳和水；酒精在人体内的分解代谢主要靠肝脏的两种酶系统：乙醇脱氢酶，乙醛脱氢酶。乙醇脱氢酶能把酒精分子中的两个氢原子脱掉，使乙醇分解变成乙醛。而乙醛脱氢酶则能把乙醛中的两个氢原子脱掉，使乙醛转化为乙酸，最终分解为二氧化碳和水。人体内若是具备这两种酶，就能较快地分解酒精，中枢神经就较少受到酒精的作用。

基于此，本实验室开发了解酒保肝产品，该本品已完成细胞实验、动物实验、人体试食及产品试制，已经进入可投放市场销售及申报保健食品阶段。

**技术工艺及特点：**本品采用7道加工工序，严格按照GMP生产规范进行生产。植物原料筛选→提取分离→纯化精制→初级产品→混合复配→产品剂型→灭菌包装→产品，

本品为纯天然植物萃取精华，能显著提高乙醇脱氢酶及乙醛脱氢酶活性，促使乙醇快速代谢，降低乙醇对肝脏的损害；同时植物精华中的天然产物活性成分对过度饮酒者具有清热解毒、清热除烦、生津止渴的功能，缓解酒后眩晕，口干、烦热躁动等症状。

**市场分析：**根据中国保健协会、中华医学会等多家单位联合发布的《中国民众健康饮酒状况调查报告》：目前我国男女饮酒比率分别高达84.1%和29.3%，饮酒人群中65%存在饮酒过量及不良反应。而我国肝脏疾病人群中20%是由于饮酒引起，酒精肝患者人数达5000万，如不及时治疗，60%的酒精肝患者最终将转化为肝硬化甚至肝癌。因此，解酒保肝产品的市场前期非常广阔。

**产品类型及特点：**产品类型包括解酒保肝胶囊，解酒保肝片，解酒保肝口服液；产品具有解酒、防宿醉、保护肝脏功能；产品消费者定位长期酗酒者、疲于应酬者、肝脏疾病患者。



**合作方式：**技术转让、许可使用、合作开发

**产业化所需条件：**原料、厂房、设备、资金、人员

## 枸杞多糖的高效制备、产品开发及生产

**背景及概况：**本项成果以枸杞果为原料，通过生物炼制高效制备活性多糖并对副产物进行了开发，实现了枸杞的综合利用。针对常规方法制备枸杞多糖提取效率低、纯度低、能耗高以及多糖干燥困难等难题，研发了枸杞多糖常温循环超声辅助提取、冻融纯化等技术，实现了枸杞多糖的常温快速提取，提取时间短，提取率高，多糖纯度高。与银川的企业合作建立了中试生产线并制定了产品的企业标准。研究发现枸杞多糖具有较高的抗氧化活性及体外抗肿瘤活性。本项目经科技成果鉴定，总体技术达到国内领先水平。

**技术工艺及特点：**枸杞→浸泡→打浆→提取→分离→纯化→干燥→灭菌→包装→产品



中试生产线

**专利及获奖情况：**申请发明专利 3 项，发表 SCI 论文 1 篇，完成科技成果鉴定 1 项，在银川百瑞源公司建立中试生产线

**市场分析：**目前，我国枸杞种植面积突破230万亩，市场规模超过100多亿元，但枸杞产业大多还停留在销售干果或初加工普通食品领域。国内外研究表明，枸杞多糖具有提高免疫力、降血糖、抗肿瘤、改善记忆等功能，可以用于开发保健功能食品、药品等。本技术可以从原果中分离出10-15%的纯度为50%枸杞多糖，目前枸杞多糖的定价在2000元/kg左右，枸杞多糖的开发使得枸杞干果的附加值提高了10倍以上，如果将枸杞多糖开发成高档保健品或药品，枸杞多糖则具有上千亿的开发空间。枸杞多糖产业的形成同时可以壮大枸杞的“种植”-“初加工”-“深加工”-“销售”产业链的发展。具有良好的经济效益、显著社会效益和环境效益。



**产品类型及特点：**产品以固体粉末状为主，可作为提高免疫力、保肝护肝、降血糖等功能产品的原辅料使用



**合作方式：**技术转让、许可使用、合作开发

**产业化所需条件：**原料、厂房、设备、资金、人员



## 入侵植物紫茎泽兰的资源化综合利用

**背景及概况：**紫茎泽兰系菊科紫茎泽兰属多年生草本植物或半灌木状植物，是一种非常顽固的恶性杂草，原产美洲墨西哥，上世纪40年代从缅甸、印度等国边境传入我国，云南、贵州、广西、四川和西藏等省区都有分布，并以每年20–60 km 的速度向东北部蔓延，干扰了自然生态系统的平衡，对农林牧业生产和人类的健康造成了巨大的负面影响，是我国最具侵染性和危害性的外来杂草。2003 年，国家环保总局公布了首批入侵我国的16 种外来物种名单，紫茎泽兰位居榜首。

目前，国家每年要投入6 亿多元财政支出来控制紫茎泽兰的蔓延，但还没有大规模治理及彻底控制紫茎泽兰扩散的有效办法，所以对紫茎泽兰资源化处理仍是目前及今后研究的重要方向。开展紫茎泽兰的综合利用，可以实现变恶为宝，发挥较大的经济效益和生态效益。

研究表明，紫茎泽兰在制备绿原酸、活性炭、建材、饲料、肥料、栽培基质、杀虫剂、抑菌剂、保鲜剂等方面起到积极的作用。本课题组在充分的文献和市场调研及前期研发工作基础之上，提出了一条以高纯度绿原酸为主要产品、同时获得生物有机肥、生物农药等系列产品的紫茎泽兰综合利用新途径和新工艺，最大限度实现紫茎泽兰资源的高值、高效全利用。



紫茎泽兰在我国的潜在分布区域



漫山遍野的紫茎泽兰



紫茎泽兰开花期

**技术特点：**通过对紫茎泽兰活性成分和毒性成分理化性质及分离特性的系统分析，采用高效、低能耗、易于放大及连续生产的提取分离纯化技术，将活性成分绿原酸和毒性成分彻底分离，得到高纯度的绿原酸用于医药产品开发，毒性成分部分用于开发生物农药，提取残渣采用堆肥技术制备新型生物炭有机肥，实现资源的综合利用。



不同纯度绿原酸产品



中国科学院过程工程研究所  
生化工程国家重点实验室

质量检测分析单

样品名称: 紫茎泽兰提取物  
植物来源: 攀枝花产紫茎泽兰  
检验项目:

性状	白色结晶状粉末
绿原酸含量 (HPLC)	≥96.0%

检验人: 刘盼吉  
审核人: 高晓凡  
检测日期: 2015年2月18日

高纯度绿原酸检测报告



产品安全性检测报告

**专利和获奖情况:** 该技术具有我国独立知识产权, 已经申请国家发明专利。

**市场分析:** 市售纯度高于95%的绿原酸2万元/Kg, 利润率20%, 年产10吨可获利4000万元。市售主要植物源生物农药中, 50%除虫菊素油状液体约2500元/Kg, 98%鱼藤酮白色晶体价格约为3000元/Kg。预期紫茎泽兰生物农药产品1000元/Kg, 利润率20%, 年产100吨可获利2000万元。

市售用于有机果蔬杂粮的生物有机肥约800元/吨, 预期紫茎泽兰生物炭有机肥产品1000元/吨, 利润率20%, 年产生物有机肥10000吨约可获利200万元。

**合作方式:** 技术转让, 技术开发, 技术服务。

**产业化所需条件:** 紫茎泽兰资源、工业水电、厂房、相关设备。

## 白藜芦醇生态制备关键技术与产品

**背景及概况:**白藜芦醇又称为芪三酚，是一种多酚类化合物，是天然的具有预防肿瘤效果的天然产物，同时在心血管保护、抗氧化、抗自由基、雌激素调节、抗突变、抗菌消炎、转基因、辐射防护等多方面的功效。目前人们在自然界70余种植物体中发现了白藜芦醇及类似部分，其中，白藜芦醇主要存在于葡萄叶片表皮、葡萄果梗及果实、虎杖的根部、花生外衣等组织部位，但通常情况下葡萄、虎杖、花生等资源中白藜芦醇含量仍然不高，提取成本高。

由于传统自然资源中白藜芦醇含量极低，提取成本较高，采用合适的方法提高白藜芦醇的含量是降低生产成本的关键。本项目以花生为基础进行无土栽培和生态培养，通过特殊方式刺激幼苗大幅度高效表达白藜芦醇，有效提升了白藜芦醇的总量，再利用生物提取和精制等关键技术，实现了白藜芦醇的大规模制备。

**技术工艺及特点:**采用生态工厂制备关键原料，借助高效分离技术和过程集成工艺，实现白藜芦醇的绿色制备，产品具有纯度高和活性损失率低等特点；制备过程不受季节影响，可四季生产，项目可持续性强；制备工艺可调，可适应不同种类的原材料。



**产品类型及特点:**利用本技术提取白藜芦醇并在此基础上制备成口服液、片剂、膏方和固体颗粒，产品形式多种化，通过微囊技术实现白藜芦醇的抗氧化和耐存放，大幅度提高了白藜芦醇的稳定性。本项目具有投资额度低和见效快等特点。

**商业前景:**近年来，欧美各国已将其开发成保健食品、功能食品或膳食补充剂，剂型有片剂、胶囊、口服液等。目前市场价在每克上千元，在欧美已批准上市的白藜芦醇的后端制剂产品（包括药品及保健品）已近数百种，白藜芦醇的全球使用者约2.2亿人，据估计白藜芦醇制剂的销售未来三到四年内将超过50亿美元。

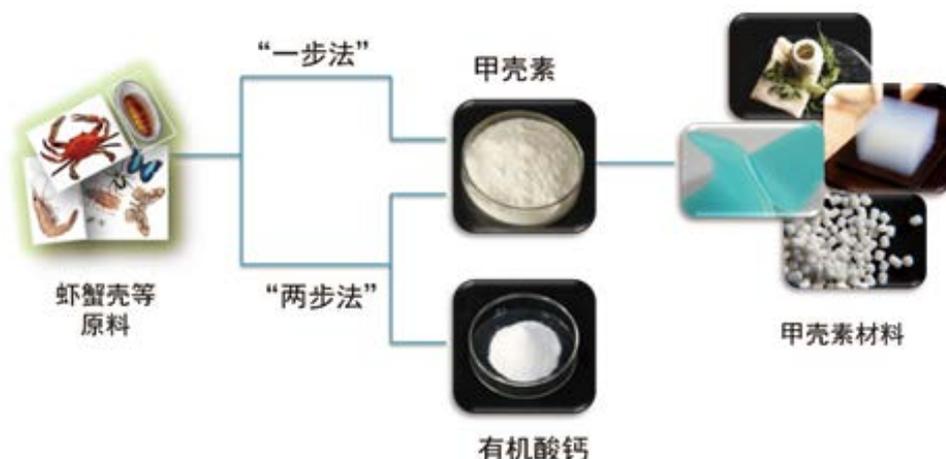
**合作模式:**技术转让、技术合作、委托开发或参股等多种形式。

**产业化所需条件:**资金投入。



## 基于离子液体的甲壳素提取技术

**背景及概况：**甲壳素提取常用方法有：化学法、发酵法和酶法。目前，这些方法具有污染大、处理时间长及条件苛刻等缺点。离子液体由于其蒸汽压低，溶解生物质能力高，可循环利用等优点给甲壳素提取技术带来了新思路。因此，我们开发了基于离子液体的甲壳素绿色提取技术，包括基于离子液体的“一步提取甲壳素法”及基于有机酸及离子液体的“两步虾壳综合利用法”。



**技术工艺及特点：**离子液体中甲壳素提取：甲壳素，即(1,4)-2-乙酰氨基-2-脱氧- $\beta$ -D-葡聚糖，是一种广泛存在于虾蟹壳、昆虫外壳和藻类细胞等中的一种生物多糖，具有良好的生物相容性、抗菌性、生物活性等优点，从而广泛用于医药、食品、纺织和日化等领域。目前，工业上用于生产甲壳素的常用工艺是利用强酸浓碱法从废弃虾蟹壳中提取，但是此工艺污染大、腐蚀性强。而离子液体不易挥发，腐蚀性弱，可通过氢键作用溶解生物质，是提取甲壳素的良好溶剂。我们基于功能化离子液体开发了“一步法”制备甲壳素的工艺路线，即同时去除虾蟹中的碳酸钙及蛋白质，所余即是甲壳素产品，纯度可达97%。

**技术特点：**1) 离子液体不易挥发，污染小，环境友好；2) 离子液体可循环使用，降低成本；3) 可通过“一步法”得到甲壳素，缩短工艺流程。

**有机酸及离子液体中虾蟹壳综合利用：**利用有机酸和功能化离子液体分步去除虾蟹壳中碳酸钙及蛋白质，可同时得到纯度为99%的有机酸钙产品及纯度为94%的甲壳素产品，实现了废弃虾壳的综合利用。此路线已进行工艺放大，在廊坊分部搭建了公斤级设备，集成了除钙、除蛋白、压滤和干燥的功能，实现了在一个设备中进行甲壳素的生产。

**技术特点：**1) 功能化离子液体生物可降解，对环境危害小；2) 可同时得到食品级有机酸钙及甲壳素，提升经济价值；3) 所设计的甲壳素生产设备可实现在一个设备中进行甲壳素生产，减小占地面积。

**专利获奖情况：**甲壳素提取技术均具有我国独立知识产权，并已申请国家发明专利六项。



**市场分析：**自2007年以来，随着甲壳素在食品、医药、纺织、日化等领域的不断推广，甲壳素的产量和需求稳定增长，2017年全球产量达3.92万吨，我国产量达2.18万吨，预计未来几年全球甲壳素产量增长速度将在3.6 % 以上，我国甲壳素产量增长速度在6.8% 以上。2017年全球需求量达6.57万吨，我国需求量达1.42万吨。目前，甲壳素的主要用途是直接用于生产下游产品壳聚糖，但在食品、医药、日化及纺织业等领域需求不断增大。此外，制备甲壳素的原料废弃虾蟹壳产量也逐年增长，每年可达10 万吨，若将这些资源高效回收利用，使其变废为宝，可制备高值化产品，大大提高废弃虾壳的经济价值。

**示范与应用：**甲壳素作为地球上第二大可再生资源，来源广泛，可应用于医药、食品及日化等领域。



**合作方式：**技术转让，共同开发。

**产业化所需条件：**资金投入。



## 基于离子液体的蚕蛹综合利用新技术

**背景及概况：**我国蚕蛹产量大，现有蚕蛹蛋白提取技术多为碱溶酸沉法。针对该方法存在酸碱用量大、腐蚀性强、对环境污染大且蛋白质收率较低等不足，开发了离子液体高效溶解分离蚕蛹蛋白的新技术。该技术蚕蛹蛋白产率高，并可较好地保持蛋白质的 $\alpha$ 螺旋及 $\beta$ 折叠二级结构，保持蚕蛹蛋白的稳定性，更便于后续纤维加工使用，同时减少环境污染。



### 基于离子液体的蚕蛹综合利用新技术

**技术背景及特点：**离子液体中蚕蛹综合利用：蚕蛹是蚕缂丝的副产物，我国蚕蛹资源丰富，年产30万吨以上，约占全世界总产量的80%，蚕蛹中富含蚕蛹蛋白，干蛹中蚕蛹蛋白含量约占60%左右。由蚕蛹提取出的蚕蛹蛋白在生物医药、纺织、食品、化妆品等领域具有良好的发展态势。现有蚕蛹蛋白提取技术存在酸碱用量大、腐蚀性强、对环境污染大、蛋白质收率低、脂肪含量高等不足，因此，开发一种更清洁高效且产品质量能够满足需求的蚕蛹蛋白分离新技术十分必要。我们基于功能化离子液体开发了离子液体的蚕蛹综合利用工艺，即获得纯度较高及、的蚕蛹蛋白的同时，可以根据需要同时获得甲壳素、亚麻酸、脂肪酸等高附加值产品。

**技术特点：**1) 新工艺以离子液体为溶剂，工艺清洁，路线简单；2) 蚕蛹蛋白收率达到62%左右，比现有碱溶酸沉法提高50%；3) 新型功能化离子液体可以循环利用，降低成本；4) 根据需要，可同时获得甲壳素、亚麻酸、脂肪酸等高附加值产品。

**专利和获奖情况：**以上蚕蛹综合利用新技术均具有我国独立知识产权，并已申请国家发明专利一项。

**市场分析：**我国蚕茧年产约70多万吨，蚕蛹为蚕茧缂丝后的副产物，产量十分巨大。以干蚕蛹计，其含水量约4~6%，蛋白质含量为50~65%，油脂含量约23~30%，甲壳素含量约2~3%，并且富含多糖和多种微量元素等。蚕蛹蛋白具有合理的氨基酸配比、良好的生物活性及生物相容性，在医药、化妆品、



纺织、化工、食品等领域受到广泛的关注。由于缺少深加工技术，大部分蚕蛹被用于食品、饲料、肥料等领域，附加值较低。合理高效利用蚕蛹获得高附加值产品是近年来的研究热点。离子液体法蚕蛹综合利用新技术，流程简单，能耗低，可获得蚕蛹蛋白、甲壳素、亚麻酸等多种高附加值产品，具有广阔的市场前景。

**示范与应用：**我国蚕蛹蛋白资源丰富，可应用于生物医药、纺织、食品、养殖等领域。



**合作方式：**技术转让，共同开发。

**产业化所需条件：**根据企业的要求，需有针对性的进行工艺设计、自动控制系统设计和工艺参数的优化工作。



## 生物医用高分子材料的技术推广与产品研发

**背景及概况：**随着现代医学的迅猛发展，当代生物材料科学与产业正在发生革命性的变革，生物医用材料诸如：组织工程支架材料、功能性敷料水凝胶、生物粘合剂、水凝胶抗菌剂等的研发日趋重要，这些生物医用高分子材料驱动着现代医学的进展及临床巨大需求。蛋白质以及多肽具有较好的生物学活性，良好的生物相容性、生物可降解，无免疫原性，安全性高，药物结合能力强。基于生物分子自组装技术，通过精妙的分子设计及技术研发，我们开发制备得到了一系列性能优良的生物医用材料，包括含纳米金的胶原蛋白水凝胶、肽基纳米银水凝胶抗菌剂、基于赖氨酸的生物粘合剂，有效地解决了此类高分子医用材料机械性能差、降解速率过快、生物安全性不高等技术难题。

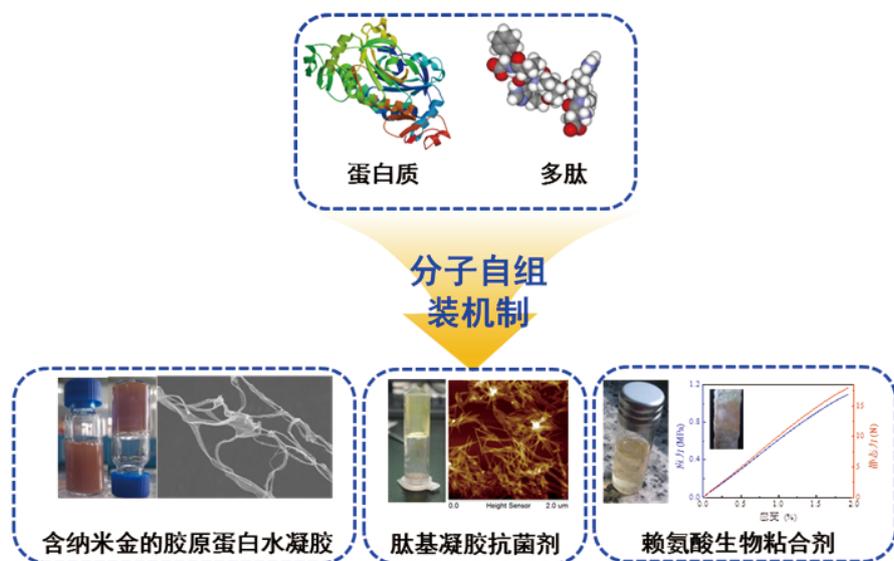
**技术工艺及特点：**生物内源分子包括肽和蛋白质等均能通过分子间多种弱相互作用的协同，自组装形成各种多尺度有序结构，为生物体提供多样化的功能。基于生物分子的这种自组装策略，通过分子间非共价键作用，基于生物矿化理论，在不额外添加化学还原剂、稳定剂及化学交联剂的前提下，我们制备获得了含纳米金的胶原蛋白抗氧化水凝胶、含纳米银的肽（如：精氨酸、赖氨酸等）抗菌水凝胶、赖氨酸生物粘合剂，此类高分子材料具有机械性能可调、无免疫原性、安全性高、稳定性好等优势，在药物递送及缓释、抗菌、抗炎功能性敷料材料、组织工程支架乃至于整容整形医疗领域发挥了重要作用。

**产品类型及特点：**含纳米金的胶原蛋白水凝胶：有效地解决了常规胶原蛋白基水凝胶机械性能差、降解速率快的限制，具有可调且显著增强的机械性能，较强的药物（如抗炎、促修复、抑菌等药物）装载能力。此外，纳米金的引入赋予了体系抗氧化特性。

含纳米银的肽（如：精氨酸、赖氨酸等）抗菌水凝胶：有效地解决了常规抗菌剂细胞毒性高、稳定性及持续性差的缺点，通过

肽分子与纳米银的有机复合，显著增强了广谱抗菌效果，提高了抗菌剂的稳定性，且在作为抗菌敷料应用时，呈现出增强的抗菌效果。

赖氨酸生物粘合剂：有效地解决了传统生物粘合剂交联剂引发的生物毒性





及粘合不可逆性。所开发的赖氨酸生物粘合剂具有较高的贴合性能及表面张力，粘性大，自身具有较好的抗炎抑菌效果，此外，此粘合剂可高效共组装功能性药物分子，在发挥粘合功能的同时呈现出集成功效。

**合作模式：**技术转让、共同开发等形式。

**专利情况：**目前相关项目已申请国家专利2项，其中1项相关技术已获得企业转化。

**产业化所需条件：**资金投入。

