

陕西省自然科学奖公示信息

(2025年度)

一、项目基本情况

项目名称	细菌纤维素的生物高效合成、营养功能挖掘及创新应用研究
主要完成人	林德慧，李志西，刘哲，翟希川
主要完成单位	陕西师范大学，西北农林科技大学

二、提名意见（适用于提各单位）

提 名 者	陕西省教育厅
<p>提名意见（不超过 600 字）：</p> <p>该项目研究了细菌纤维素的生物合成及其在食品领域的创新应用中存在的关键科学问题。该项目针对细菌纤维素生产菌株产量低、生产成本高等关键科学问题，通过绿色的诱变技术，成功筛选出一株具有独立知识产权的高产纤维素菌株（<i>Gluconacetobacter hansenii</i> CGMCC 3917），并从分子水平揭示了该菌株的高压诱变机理；首次发现了该诱变菌株可高效利用啤酒废酵母实现细菌纤维素的高产低耗生物合成；首次验证评估了细菌纤维素的降血脂、预防肥胖、缓解便秘、调节肠道微生态平衡以及增强免疫力等营养学功能，并深入探讨了其相关功能机制；开创性地将细菌纤维素应用于食品增稠剂、稳定剂、脂肪替代品、功能因子递送载体以及果蔬保鲜等方面，相关研究为细菌纤维素的食物产业化应用提供了新思路和技术支持。本项目研究工作系统，研究成果突出，发表相关研究论文 36 篇，授权发明专利 4 件。本项目的 5 篇代表作中，食品类顶级期刊论文 4 篇、工程技术类顶级期刊论文 1 篇，5 篇代表作的总引次数达 524 次，单篇论文的他引次数最高达 139 次。经审核，该成果申报材料齐全、规范。经公示，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合 2025 年度陕西省科学技术自然科学奖提名条件。</p> <p>提名该项目为陕西省自然科学奖二等奖。</p>	
<p>说明：省科学技术奖一、二等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖。项目组与提各单位沟通后，做出提名等级意见；提名项目提交后，提名等级建议不得变更。</p>	

三、项目简介

（限 2 页）

细菌纤维素（Bacterial Cellulose, BC）是一类由微生物合成的胞外多糖，其具有独特的物理和化学性质，如高持水性、高结晶度、高杨氏模量及高抗张强度。此外，细菌纤维素还具有良好的生物相容性和生物可降解性，因此在食品工、化学和医药工业等领域展现出巨大的应用潜力和广泛的商业化前景。然而，细菌纤维素生产菌株产量低、生产成本低，因此细菌纤维素的应用尚未得到充分开发。本研究团队聚焦于细菌纤维素的生物高效合成、营养学功能及应用，经过近二十年的系统深入研究，取得了一系列具有重要意义的科研成果。主要成果包括：

（1）细菌纤维素的生物高效合成

针对细菌纤维素生产菌株产量低、生产成本高等关键科学问题，本项目通过绿色的高静水压诱变技术，成功筛选出一株具有独立知识产权的高产纤维素菌株（*Gluconacetobacter hansenii* CGMCC 3917，专利号：ZL201010515946.3），并从分子水平揭示了该菌株的高压诱变机理，为细菌纤维素的生物合成代谢调控技术提供了理论基础；首次发现该诱变菌株能够高效利用啤酒废酵母作为发酵原料，实现高纯度、高结晶度及高机械强度的优质细菌纤维素的高产低耗合成。这一研究为细菌纤维素的生物高效合成和食品工业副产物的高效循环利用提供了新方法和新策略。

（2）细菌纤维素的营养功能挖掘

通过动物模型首次探明了细菌纤维素作为一种新型微生物源膳食纤维对人体健康的影响和作用。本项目团队围绕降脂、预防肥胖和便秘等主题，首次验证评估了细菌纤维素降血脂、预防肥胖、缓解便秘、调节肠道微生态平衡、增强免疫力和抗氧化等营养学功能，并深入探讨了其相关功能机制。相关研究为细菌纤维素的营养功能的科学评估提供了新的学术见解，同时为预防肥胖和便秘的功能性食品的开发提供了科学依据。

（3）细菌纤维素在食品领域的创新应用探索

通过对细菌纤维素的纳米级改造，本项目开创性地挖掘了细菌纤维素在食品领域的应用潜力。成功制备了细菌纤维素纳米纤维稳定的食品级 Pickering 乳液和高内相乳液，研究发现同等条件下细菌纤维素的用量仅为传统乳化剂的千分之一，并对其相关稳定机制做了深入探讨；创新性地将细菌纤维素应用于食品增稠剂、稳定剂、脂肪

替代品、功能因子递送载体以及改善食品质地和口感的凝胶剂等方面；首次发现细菌纤维素纳米纤维的保鲜潜能，开发了系列可食性保鲜膜。这些研究为细菌纤维素的食品产业化应用提供了新思路和新技术。

本项目团队在细菌纤维素的生物高效合成、营养学功能及应用研究中取得了重大突破。这些成果不仅为细菌纤维素的基础研究和应用推广提供了坚实基础，也为相关产业的发展注入了新的活力和动力。同时本项目获国家自然科学基金、陕西省国际科技合作项目和陕西省科协青年人才托举计划项目等资助，发表相关高水平文章 36 篇，授权发明专利 4 件和实用新型专利 1 件。其中 5 篇代表性论文先后发表在 *Bioresource Technology*（1 篇），*Journal of Agricultural and Food chemistry*（2 篇），*Food Hydrocolloids*（1 篇）和 *Food Research International*（1 篇）等农业食品领域高水平权威期刊。研究成果在同领域产生重要影响，并受到国内外学术界广泛关注，SCI 他引总次数 467 次，单篇他引最高达 139 次。引用本项目成果的学术论文多发表在 *Advanced Materials* (IF 27.4), *ACS Nano* (IF 15.8), *Trends In Food Science & Technology* (IF 15.1), *Chemical Engineering Journal* (IF 13.3), *Biotechnology Advances* (IF 12.1), *Advances in Colloid and Interface Science* (IF 15.9), *Food Hydrocolloids* (IF 11), *Carbohydrate Polymers* (IF 10.7), *Bioresource Technology* (IF 9.7), *Current Opinion in Food Science* (IF 8.9), *Food Chemistry* (IF 8.5), *Food Packaging And Shelf Life* (IF 8.5), *Ultrasonics Sonochemistry* (IF 8.3), *Critical Reviews In Biotechnology* (IF 8.1), *Materials Science & Engineering C-Materials For Biological Applications* (IF 8.1), *Critical Reviews In Food Science And Nutrition* (IF 7.3) 等农业食品、生物化学材料等领域中极具国际影响力的专业期刊上。

四、客观评价

【限 2 页。围绕科学发现点的原创性、公认度和科学价值进行客观、真实、准确评价。填写的评价内容要有客观依据，主要包括国内外同行在重要学术刊物（专著）和重要国际学术会议等公开发表的学术性评价意见，国内外重要科技奖励等，可在附件中提供证明材料。非公开资料（如私人信函等）不能作为评价依据。】

本项目成果获得国家自然科学基金、陕西省国际科技合作项目和陕西省科协青年人才托举计划项目等资助完成，发表文章 36 篇，授权发明专利 4 项和实用新型专利 1 项，其中 5 篇代表性论文先后发表在 Bioresource Technology（SCI 一区，1 篇），Journal of Agricultural and Food chemistry（SCI 一区，2 篇），Food Hydrocolloids（SCI 一区，1 篇）和 Food Research International（SCI 一区，1 篇）等农业食品领域高水平权威期刊，其研究成果在同领域产生了重要影响，并受到国内外学术界广泛关注，SCI 他引总数达 467 次，单篇论文他引次数最高达 139 次。引用本项目成果的学术论文多发表在 Advanced Materials（IF 29.4），Biotechnology Advances（IF 16），Advances in Colloid and Interface Science（IF 15.6），Food Hydrocolloids（IF 10.7），Green Chemistry（IF 9.8），Current Opinion in Food Science（IF 9.9），Critical Reviews in Biotechnology（IF 9），Food Chemistry（IF 8.8）等农业食品、生物化学材料等领域中极具国际影响力的专业期刊上。

五、代表性论文专著目录

(不超过 8 条。其中代表性论文不超过 5 篇，代表性专著不超过 3 部，应公开发表 2 年以上，即 2023 年 8 月 1 日前)

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页 码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时 间 (年月 日)	通讯作 者 (含共 同)	第一作 者 (含共 同)	国内作者	他引 总次 数	检索 数据 库	知识产权是否 归国内所有
1	Production of bacterial cellulose by <i>Gluconacetobacter hansenii</i> CGMCC 3917 using only waste beer yeast as nutrient source	Bioresource Technology	Dehui Lin, Patricia Lopez-Sanchez, Rui Li, Zhixi Li*	2014 年 151 卷 113-119 页	2014-02-12	Zhixi Li	Dehui Lin	林德慧, 李瑞, 李志西*	130	WOS 核心合集	是
2	Emulsions stabilized by nanofibers from bacterial cellulose: New potential food-grade Pickering emulsions	Food Research International	Xichuan Zhai, Dehui Lin*, Dongjie Liu, Xingbin Yang*	2018 年 103 卷 12-20 页	2018-12-18	Dehui Lin, Xingbin Yang	Xichuan Zhai	翟希川, 林德慧*, 刘东杰, 杨兴斌*	139	WOS 核心合集	是
3	Bacterial cellulose relieves diphenoxylate-induced constipation in Rats	Journal of Agricultural and Food Chemistry	Xichuan Zhai, Dehui Lin*, Yan Zhao, Xingbin Yang*	2018 年 66 卷 4106-4117 页	2018-04-25	Dehui Lin, Xingbin Yang	Xichuan Zhai	翟希川, 林德慧*, 赵燕, 杨兴斌*	55	WOS 核心合集	是

4	Effects of dietary fiber supplementation fatty acid metabolism and intestinal microbiota diversity in C57BL/6J mice fed with a high-fat diet	Journal of Agricultural and Food Chemistry	Xichuan Zhai, Dehui Lin*, Yan Zhao, Wenwen Li, Xingbin Yang*	2018 年 66 卷 12706-12718 页	2018-10-01	Dehui Lin, Xingbin Yang	Xichuan Zhai	翟希川, 林德慧*, 赵燕, 李文文, 杨兴斌*	58	WOS 核心合集	是
5	Bacterial cellulose nanofibers improved the emulsifying capacity of soy protein isolate as a stabilizer for pickering high internal-phase emulsions	Food Hydrocolloids	Zhe Liu, Dehui Lin*, Rui Shen, Xingbin Yang	2021 年 112 卷 106279 页	2021-01-05	Dehui Lin	Zhe Liu	刘哲, 林德慧*, 沈瑞, 杨兴斌	85	WOS 核心合集	是
合 计									467		
补充说明（视情填写）:											

六、主要完成人情况表

姓 名	林德慧	排 名	1
行政职务	无	技术职称	副研究员
工作单位	陕西师范大学	完成单位	陕西师范大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>项目主持人，优筛出了细菌纤维素高产菌株，并对所产纤维素进行了系统的营养学功能评价，开创性的将细菌纤维素应用于食品领域，是代表性论文 2、3、4 和 5 的通讯作者，代表性论文 1 的第一作者。</p>			

姓 名	李志西	排 名	2
行政职务	无	技术职称	教授
工作单位	西北农林科技大学	完成单位	西北农林科技大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>项目参与人。为细菌纤维素高产菌株的筛选、培养及特性做出了详细指导和优化，是代表性论文 1 的通讯作者。</p>			

姓 名	刘哲	排 名	3
行政职务	无	技术职称	副教授
工作单位	西北农林科技大学	完成单位	陕西师范大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>项目参与人。揭示了细菌纤维素纳米纤维稳定 Pickering 乳液的机理，为细菌纤维素基新型乳液及乳液膜的制备和优化做出了重要性贡献。是代表性论文 5 的第一作者。</p>			

姓 名	翟希川	排 名	4
行政职务	无	技术职称	无
工作单位	哥本哈根大学	完成单位	陕西师范大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>项目参与人。系统评估了细菌纤维素的营养学功能，是代表性论文 2-4 的第一作者。</p>			

七、主要完成单位情况表

单位名称	陕西师范大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>陕西师范大学作为项目主要完成单位，为本项目的研究与实施工作提供了充分的人力、物力和财力支持，保证了项目成果的顺利完成。具体体现在以下三个方面：</p> <p>（1）组建了细菌纤维素纳米纤维研究小组，切实开展了细菌纤维素的营养学功能及应用基础研究；</p> <p>（2）为本项目提供了必要的办公条件、试验场所、仪器设备和图书资料，全方位保障项目研究工作的顺利开展；</p> <p>（3）学校具有设备先进、管理规范实验室，具备各种实验条件，为本项目的顺利实施提供了有效的硬件保障。</p>	
单位名称	西北农林科技大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>西北农林科技大学作为项目第二完成单位，主要为本项目中细菌纤维素高产菌株的筛选、培养及特性研究提供了充分的人力、物力和财力支持，保证了项目成果的顺利完成。</p>	

八、完成人合作关系说明

林德慧和李志西合作完成代表性论文 1，林德慧和翟希川合作完成代表性论文 2、3 和 4，林德慧和刘哲合作完成代表性论文 5，林德慧、李志西、刘哲和翟希川合作完成陕西高等学校科学技术研究优秀成果二等奖 1 项。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	论文合著	林德慧(1); 李志西(2)	2008.07-2015.12	Production of bacterial cellulose by <i>Gluconacetobacter hansenii</i> CGMCC 3917 using only waste beer yeast as nutrient source , Bioresource Technology, 2014,151,113-119	代表性论文 1
2	论文合著	林德慧(1); 翟希川(4)	2016.01-2019.12	Emulsions stabilized by nanofibers from bacterial cellulose: New potential food-grade Pickering emulsions, Food Research International, 2018,103,12-20	代表性论文 2
3	论文合著	林德慧(1); 翟希川(4)	2016.01-2019.12	Bacterial cellulose relieves diphenoxylate-induced constipation in rats, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2018,66,4106-4117	代表性论文 3
4	论文合著	林德慧(1); 翟希川(4)	2016.01-2019.12	Effects of dietary fiber supplementation fatty acid metabolism and intestinal microbiota diversity in C57BL/6J mice fed with a high-fat diet, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2018,66,12706-12718	代表性论文 4

5	论文 合著	林德慧(1); 刘哲(3)	2017.01-2021.12	Bacterial cellulose nanofibers improved the emulsifying capacity of soy protein isolate as a stabilizer for pickering high internal-phase emulsions, Food Hydrocolloids, 2021,112,106279	代表性论文 5
6	共同 获奖	林德慧(1) 李志西(2) 刘哲(3) 翟希川(4)	2008.07-2021.12	细菌纤维素的高效制备、营养学功能及应用基础研究（陕西高等学校科学技术研究优秀成果二等奖）	奖励证明 附件