

项目公示信息（自然科学奖）

一、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

二、提名者及提名意见

提名单位：陕西省教育厅

提名意见：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（*Gluconacetobacter hansenii* 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品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 篇代表作的他引总次数达 355 次，单篇论文的他引次数最高达 113 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 2024 年度陕西省科学技术自然科学奖提名条件，特提名为陕西省自然科学奖二等奖。

三、项目简介

细菌纤维素是一类由微生物产生的细胞外多糖，它具有高持水性、高结晶度、超细超纯的网状结构、高杨氏模量和高抗张强度、良好的生物适应性和生物可降解性等优良特性，在食品工业、化学工业、医药工业等领域具有很高的利用价值和十分广泛的商业化应用前景。但由于细菌纤维素的产量低，生产成本低，其应用受到了极大的限制。本项目团队聚焦细菌纤维素的高效生物合成、营养功能挖掘及创新应用，经过近二十年的系统深入研究，取得了一系列重要的研究成果。主要成果如下：

(1) 运用绿色安全的高静水压诱变手段优筛出一株具有独立知识产权的高产细菌纤维素菌株（*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、高机械强度的优质细菌纤维素的高产低耗制备，这一研究内容为细菌纤维素的生物高效合成和食品工业副产物资源高效循环利用提供了新策略和新方法。

(2) 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、便秘这三个主题，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能力等营养学功能，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) 通过对细菌纤维素的纳米级改造，开创性地挖掘了细菌纤维

素在食品领域的应用潜力。本项目创新性地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，从而替代了传统乳化剂，且其添加量是同等条件下传统乳化剂用量的千分之一左右；创新性的将细菌纤维素用作增稠剂、稳定剂、脂肪替代品以及改善食品质地和口感的凝胶剂等；首次发现细菌纤维素的保鲜潜能，开发了系列可食性保鲜膜。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新策略。

四、客观评价

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 355 次，单篇论文他引次数最高达 113 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 项，其中代表作论文不超过 5 篇，代表性专著不超过 3 部，2022 年 5 月 31 日前公开发表）

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 (某年某 月某日)	通讯作者 (中文, 含共同)	第一作 者(中 文, 含 共同)	国内作者(中 文名)	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	Bioresour ce Technol ogy	Dehui Lin, Patricia Lopez-Sanchez, Rui Li, Zhixi Li*	2014 年 151 卷 113-119 页	2014-02-12	李志西*	林德慧	林德慧, 李瑞, 李志西*	113	WOS 核心合 集	是
2	Emulsions stabilized by nanofibers from bacterial cellulose: New potential food-grade Pickering emulsions	Food Researc h Internati onal	Xichuan Zhai, Dehui Lin*, Dongjie Liu, Xingbin Yang*	2018 年 103 卷 12- 20 页	2018-12-28	林德慧 *, 杨兴斌*	翟希川	翟希川, 林德慧*, 刘冬洁, 杨兴斌*	111	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	林德慧*, 杨兴斌*	翟希川	翟希川, 林德慧*, 赵燕, 杨兴斌*	38	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	林德慧*, 杨兴斌*	翟希川	翟希川, 林德慧*, 赵燕, 李文文, 杨兴斌*	42	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	林德慧*	刘哲	刘哲, 林德慧*, 沈瑞, 杨兴斌	51	WOS 核心合集	是

承诺：该表所列论文专著的知识产权归国内所有且无争议，未曾在往年国家科学技术奖励项目、往年省部级（政府）科学技术奖励项目和本年度其他陕西省科学技术奖提名项目中作为支撑材料出现。用于提名陕西省科学技术奖的情况，已征得未列入项目主要完成人和主要完成单位的作者的同意，其中，未列入项目主要完成人的第一作者、通讯作者（含共同第一作者、共同通讯作者）已出具知情同意书面签字意见，与其他作者的有关知情证明材料均存档备查。因未如实告知上述情况而引起争议，且不能提供相应存档备查的证据，本人愿意承担相应责任，并接受处理。

六、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
林德慧	1	无	副研究员	陕西师范大学	陕西师范大学	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。
李志西	2	无	教授	西北农林科技大学	西北农林科技大学	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。
刘哲	3	无	无	无	陕西师范大学	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。
翟希川	4	无	无	无	陕西师范大学	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。

七、主要完成单位

排名	完成单位
1	陕西师范大学
2	西北农林科技大学

八、完成人合作关系说明（合作方式包括专著合著、论文合著、共同立项、共同知识产权、共同获奖、共同参与制定标准规范、产业合作等。下表中的“项目排名”指在本次报奖中的完成人排序。）

序号	合作方式	合作者/ 项目排名	合作起始 时间	合作完成 时间	合作成果	证明材料
1	论文合 著	林德慧 (1); 李志西(2)	200807	201512	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)	201601	201912	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)	201601	201912	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)	201601	201912	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)	201701	202112	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)	200807	202112	陕西省高等科学技术 二等奖	奖励证明附 件