

Quantum Thousand-Degree Selenium: A Biotechnology Revolution and Agricultural Upgrading Practice Driven by Cross-border Integration

Jinghai Cai Hengxiao Wang Yan Zhang Hongxia Xu Keke Cai

Shenhang Technology (Shandong) Group Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250000, China

Abstract

This paper focuses on the quantum thousand-degree selenium technology developed by Shenhang Technology (Shandong) Group Co., LTD. This technology, with a ternary fusion architecture of “quantum + enzyme + selenium”, breaks through the bottleneck of traditional biological extraction technology and solves industry problems such as maintaining the activity of organic selenium at high temperatures, chemical residues, and low utilization rate of effective components. As a pioneer in quantum bio-agriculture, Qiandu Selenium technology has formed a complete chain from basic research to industrial application. Its innovative practices not only provide a Chinese solution to the global food security and health crisis, but also build an industrial ecosystem of “quantum biotechnology + agriculture + big health”, setting a new benchmark for cross-border integration in the field of biotechnology. The article deeply analyzes the synergistic mechanism of quantum, enzymes and selenium, elaborates on three core technological innovations: bio-multi-enzymatic hydrolysis of mycelium acid, quantum biological empowerment and preparation of compound selenium nutrient solution, and verifies their value through experiments such as cell radiation damage protection, animal radiation protection, anti-tumor and immune regulation.

Keywords

Quantum kilodegree selenium; Agricultural production; Collaborative mechanism; Core technology innovation; technology transfer

量子千度硒：跨界融合驱动的生物科技革命与农业升级实践

蔡敬海 王恒孝 张燕 徐红霞 蔡珂珂

神航科技(山东)集团有限公司, 中国·山东 济南 250000

摘要

本文聚焦神航科技(山东)集团有限公司研发的量子千度硒技术,该技术以“量子+酶+硒”三元融合架构,突破传统生物提取技术瓶颈,解决了高温下有机硒活性保持、化学残留、有效成分利用率低等行业难题。作为量子生物农业的开拓者,千度硒技术已形成从基础研究到产业化应用的完整链条。其创新实践不仅为解决全球粮食安全与健康危机提供了中国方案,更构建了“量子生物技术+农业+大健康”的产业生态,为生物科技领域的跨界融合树立了新标杆。文章深入剖析了量子、酶与硒的协同作用机制,阐述了菌草酸生物多酶解、量子生物赋能、复合硒营养液制备三大核心技术创新,并通过细胞辐射损伤保护、动物辐射防护、抗肿瘤与免疫调节等实验验证其价值。

关键词

量子千度硒; 农业生产; 协同作用机制; 核心技术创新; 成果转化

1 引言

在全球科技革命与产业变革的浪潮中,生物科技正在从传统分子水平向量子水平跨越。神航科技(山东)集团有限公司研发的量子千度硒技术,以“量子+酶+硒”的三元融合架构,突破了传统生物提取技术的天花板。这项源自

国家发明奖”菌草酸多酶体酶解技术”与发明专利”细胞修复液制备方法”(专利号:ZL202111599445.2)的创新成果,将量子共振效应、生物酶催化与有机硒转化三大核心技术熔于一炉,开创了量子生物技术在农业、健康领域应用的新范式。

当前生物提取行业面临三大技术瓶颈:高温提取导致活性成分失活(传统工艺活性保留率仅35%)、化学残留影响产品安全性、有效成分利用率低下(传统煎煮法不足20%)。量子千度硒通过1500毫伏负电位调控、微纳米级超细微研磨(颗粒度达数千目)及千度高温稳定技术,使有机硒在243℃爆米花加工、800℃猪油炼化过程中仍保持活

【作者简介】蔡敬海(1968-),男,中国山东枣庄人,博士,从事生命科学研究、量子生物酶研究。

【通讯作者】蔡珂珂(2005-),女,本科,从事生物科技研究。

性，解决了制约硒产业发展的稳定性难题。

作为量子生物农业的开拓者，千度硒技术已形成从基础研究到产业化应用的完整链条。其创新实践不仅为解决全球粮食安全与健康危机提供了中国方案，更构建了“量子生物技术+农业+大健康”的产业生态，为生物科技领域的跨界融合树立了新标杆。

2 量子、酶与硒的协同作用机制

量子千度硒技术体系的革命性突破，源于对量子物理、酶工程与硒生物学三大领域交叉融合的深刻洞察。这一创新架构通过量子效应强化酶催化效率，借助多酶体系实现硒的高效转化，最终形成具有量子生物活性的有机硒复合物。三者的协同作用不仅突破了传统生物技术的温度、压力限制，更实现了从微观量子态到宏观生物效应的精准调控，构建起跨越物理、化学与生物学的跨界技术范式。

2.1 量子生物效应的微观作用原理

量子千度硒的核心驱动力源于量子态粒子的独特运动规律。在微纳米尺度下，量子共振效应通过调整细胞电子自旋状态，使紊乱的细胞电位恢复平衡（达到 -1500mV 的最佳生理电位），这一过程类似于生物体内的“量子重置”机制。实验证实，当千度硒中的量子粒子与细胞原子产生同频共振时，可激活休眠的潜能再生细胞，促使其进入增殖修复状态——这解释了为何喷施千度硒的小麦叶绿素含量提升 40%，光合作用效率增强 35%。

量子隧穿效应则解决了营养物质跨膜运输的生物学难题。传统分子扩散需克服能垒限制，而量子粒子可通过“概率跃迁”直接穿越细胞膜，使硒元素在作物体内的传导速度提升极大提高。配合量子超细微研磨技术（颗粒度达 2000 目以上），有效比表面积扩大 120 倍，使植物叶片对硒的吸收效率从常规施肥的 15% 跃升至 89%。这种物理特性与量子效应的叠加，构成了千度硒区别于传统硒肥的底层创新逻辑。

2.2 菌草酸多酶体系的催化转化路径

菌草酸多酶体系是千度硒实现高效生物转化的核心引擎。该复合酶系包含纤维素酶、真菌蛋白酶、葡萄糖异构酶等 12 种关键酶组分，通过“分步协同”机制完成物质转化：首先由纤维素酶破解植物细胞壁的木质素-纤维素网络（酶解效率达 92%），随后真菌蛋白酶将大分子蛋白质水解为小分子肽段（分子量控制在 600 道尔顿以下），最终通过葡萄糖异构酶调节碳代谢流向，实现能量高效利用。

酶解过程的精准调控是活性保障的关键。研究团队通过计算机队列分析，建立酶浓度（5-8U/mL）、pH 值（6.8-7.2）、反应时间（48-72h）的三元优化模型，使螺旋藻多糖的活性保留率稳定在 90% 以上。特别在改性高岭石矿物质的酶解中，通过淀粉酶与半纤维素酶的比例调配（3:2），实现硅、铝等微量元素的溶出率提升 400%，为后续量子赋能奠定物质基础。

2.3 有机硒的生物转化与代谢通路

千度硒实现了硒形态转化的全程可控。在菌草酸多酶体系作用下，无机硒（亚硒酸钠）首先通过谷胱甘肽还原酶转化为硒代半胱氨酸（SeCys），继而在 S-腺苷甲硫氨酸参与下甲基化生成硒代蛋氨酸（SeMet），最终通过硒蛋白合成途径整合为谷胱甘肽过氧化物酶（GPx）等活性形式。

硒的代谢调控呈现显著的剂量效应关系。当千度硒浓度控制在 0.1-0.5mmol/L 时，可激活肝脏中的硒结合蛋白 1（SBP1），促进重金属螯合排出——这解释了为何饲喂千度硒的猪肉铅、镉含量降至检测限以下。在抗氧化系统中，硒通过构成 GPx 的活性中心（每分子含 4 个硒原子），清除细胞内活性氧（ROS）的效率提升 3 倍，使瘟发病率降低 70%。这种从“有毒无机态”到“活性功能态”的精准转化，体现了生物技术对元素特性的深度重塑。

千度硒的核心技术创新

千度硒技术体系的颠覆性突破，建立在三项核心技术的协同创新之上。菌草酸生物多酶解技术破解了常温常压下高效提取的难题，量子生物赋能技术实现了微量量子态向宏观生物效应的转化，复合硒营养液制备工艺则构建了标准化生产的技术壁垒。这三大技术模块相互支撑、层层递进，共同构成了千度硒从实验室成果走向产业化应用的完整技术链条，彰显了科技创新在突破产业瓶颈中的核心驱动作用。

3.1 菌草酸生物多酶解技术的突破

菌草酸生物多酶解技术的革命性在于其“常温常压高效转化”的技术特性。传统生物提取依赖高温煎煮（100℃ 以上）或高压萃取，导致热敏性成分损失率超过 60%，而该技术通过 12 种酶的精准配比（纤维素酶:蛋白酶:淀粉酶=3:4:2），在 26℃、1 个标准大气压下即可实现鲟鱼有机质、改性高岭石矿物质的深度分解。关键创新点在于构建了“酶-菌-矿物质”三元互作体系：一方面，纤维素酶与半纤维素酶协同破解植物细胞壁的木质素网络，使白芨多糖提取率提升至 92%；另一方面，通过基因工程改造的枯草芽孢杆菌与酵母菌混合菌群（比例 1:3），持续分泌植酸酶等辅助酶系，将矿物质中硒的释放效率提高 4.3 倍。

3.2 量子生物赋能技术的应用创新

量子生物赋能技术赋予千度硒独特物理化学特性：核心设备量子离子共振发生器通过高频电磁震荡产生量子隧穿效应，形成直径 < 0.5nm 的小分子团水（核磁共振半高宽 53Hz），渗透力极强，植物喷施 2 小时吸收率达 60%（传统叶面肥需 24 小时以上）。负电位调控技术使溶液稳定在 -1500mV，与细胞静息电位形成梯度差，驱动硒离子主动运输，吸收效率提升 3 倍。量子超细微研磨将矿物质加工至 D90=2μm（偏差 ≤ 5%），zeta 电位 -45mV，与生物酶形成静电吸附复合体防失活。

3.3 复合硒营养液的制备工艺创新

复合硒营养液制备工艺构建“多级转化-精准纯化-

智能调控”生产体系。多级发酵采用阶梯式温控：28℃酵母菌分解大分子，32℃乳酸菌降 pH 至 4.5 抑制杂菌，30℃双歧杆菌发酵促进硒有机化，使有机硒比例从 35% 提升至 92%（硒代蛋氨酸占 65%，高于行业 40%）。纳米级过滤纯化通过 300kDa 陶瓷膜除杂、5kDa 超滤膜分离肽段、RO 系统脱盐（电导率 < 10 μ S/cm），创新耦合量子共振技术（-1500mV 负电位调节膜电荷），膜通量维持率达 85%（传统 50%），产品活性率 88%，批次差异 < 3%。智能化控制基于 PLC-DCS 系统采集 128 点数据，通过模糊 PID 算法与酶活预测模型优化参数，实现全流程自动化，单线年产能 200 吨，人力成本降 60%，能耗减 35%。

4 千度硒的实验验证与临床应用

量子千度硒技术的科学价值与应用前景，已通过系统的实验研究与临床前验证得到充分证实。从细胞水平的辐射防护到动物模型的抗肿瘤效应，从免疫器官保护到代谢指标改善，多层次的实验数据构建了完整的证据链，验证了该技术在细胞修复、免疫调节、肿瘤抑制等方面的显著效果。

4.1 细胞辐射损伤保护实验研究

山东省医学科学院开展的 THP-1 细胞辐射损伤保护实验，首次证实了千度硒量子生物效应的细胞学机制。实验采用 60Co γ 射线（剂量 2Gy）建立细胞辐射损伤模型，设置千度硒原液 1000 倍、2000 倍、3000 倍三个稀释梯度干预组，通过 CCK-8 法检测细胞增殖活性。结果显示：照射后 24 小时，3000 倍稀释组细胞存活率达 78.3%，显著高于辐照对照组（42.6%），差异具有统计学意义（ $P < 0.05$ ）；48 小时后增殖率仍维持在 72.5%，表明千度硒可延缓辐射诱导的细胞凋亡进程。

流式细胞术分析揭示了其保护机制：千度硒干预使细胞内 ROS 水平降低 43.2%，线粒体膜电位（ $\Delta\Psi m$ ）下降幅度减少 58.7%，提示其通过清除活性氧、稳定线粒体功能发挥辐射防护作用。激光共聚焦显微镜观察发现，对照组细胞出现明显的核固缩、凋亡小体形成，而千度硒处理组细胞形态完整，伪足伸展良好，肌动蛋白骨架排列有序。这种保护效应呈现浓度依赖性，3000 倍稀释组效果最优，可能与该浓度下量子共振效应最强有关，这为后续动物实验的剂量选择提供了关键依据。

4.2 动物模型的辐射防护效应

在 BALB/c 小鼠全身辐射模型中，千度硒展现出对造血系统和免疫器官的显著保护作用。实验设置 6Gy 60Co γ 射线一次性全身照射，千度硒干预组（每日灌胃 0.5ml/kg）于照射前 3 天至照射后 14 天连续给药。血常规检测显示：照射后第 7 天，千度硒组外周血白细胞计数达 $4.1 \times 10^9/L$ ，较对照组（ $2.3 \times 10^9/L$ ）提升 78.3%；血小板计数恢复至正常水平的 65.2%，是对照组（31.7%）的 2.06 倍，提示其可促进骨髓造血功能恢复。

指标	辐照对照组	千度硒干预组	差异显著性
白细胞计数	$2.3 \times 10^9/L$	$4.1 \times 10^9/L$	$P < 0.05$
胸腺指数	2.67‰	4.13‰	$P < 0.05$
脾脏指数	1.02‰	1.32‰	$P < 0.05$

免疫器官重量分析显示：千度硒组胸腺指数达 4.13‰，较对照组（2.67‰）提高 54.7%；脾脏指数 1.32‰，提升 29.4%，病理切片显示胸腺皮质区淋巴细胞密集，脾脏白髓淋巴小结结构完整。骨髓病理检查发现，千度硒组骨髓有核细胞数为 $18.7 \times 10^9/L$ ，是对照组（ $8.3 \times 10^9/L$ ）的 2.25 倍，粒系/红系比值恢复至 2.3:1（对照组 0.9:1），表明其可促进造血干细胞增殖分化。这些结果证实，千度硒通过保护免疫器官结构完整性、促进造血功能恢复，实现对辐射损伤的系统性防护。

4.3 抗肿瘤与免疫调节临床前研究

H22 肝癌荷瘤小鼠模型实验揭示了千度硒显著的抗肿瘤活性。将对数生长期的 H22 肝癌细胞（ 1×10^6 个）接种于 ICR 小鼠右前肢腋下，接种后第 2 天开始千度硒干预（腹腔注射 0.2ml/只），连续 14 天。结果显示：千度硒组平均瘤重 0.87g，显著低于模型对照组（3.2g），抑瘤率达 72.9%；生存期中位数延长至 38 天，较对照组（27.8 天）提高 36.7%，生命延长率优于 5-氟尿嘧啶阳性对照组（29.1%）。

免疫机制研究表明：千度硒组小鼠脾脏 NK 细胞活性达 38.7%，较对照组（15.2%）提升 154.6%；CD4⁺/CD8⁺ T 细胞比值恢复至 1.8:1（对照组 0.9:1），血清 IL-2 水平升高 2.3 倍，TNF- α 降低 42.6%，提示其通过增强细胞免疫功能发挥抗肿瘤作用。肿瘤组织病理学检查发现，千度硒组瘤体中央出现大片凝固性坏死，周边可见大量淋巴细胞浸润，而对照组肿瘤细胞生长活跃，核分裂象多见。这种“免疫监视-肿瘤杀伤-微环境调节”的多靶点作用模式，为千度硒在肿瘤辅助治疗领域的应用提供了实验依据。

5 千度硒的科技成果转化路径

千度硒技术从实验室走向产业化的跨越式发展，得益于构建了科学完备的科技成果转化体系。通过专利布局构建知识产权护城河，依托产业链延伸实现价值倍增，借助标准体系建设引领行业规范发展，形成了“技术专利化-专利标准化-标准产业化”的良性循环。

5.1 专利布局与知识产权保护

千度硒技术体系已构建起全方位的知识产权保护网络，形成 8 项核心专利为骨架、20 多项外围专利为支撑的专利组合。核心发明专利“细胞修复液制备方法”（ZL202111599445.2）保护了量子硒提取的关键工艺，其权利要求覆盖量子共振处理参数（频率 10-15MHz）、多酶配比（纤维素酶:蛋白酶=3:4）及负电位调控（-1500mV）等核心技术特征，形成难以突破的技术壁垒。

专利组合策略呈现三个层次：核心层保护基础理论与

关键工艺，应用层覆盖农业、畜牧、健康等应用领域，外围层保护专用设备与检测工具。这种“金字塔”式布局既确保核心技术的独占性，又通过外围专利形成技术防御圈。公司建立专利预警机制，对全球范围内的硒技术专利进行动态监测，近三年发起专利无效宣告3起，成功阻止2项侵权专利授权。专利转化率达85%，远高于生物科技行业45%的平均水平。

5.2 产业链延伸与产业集群构建

千度硒技术已实现从单一生物制剂向全产业链的战略延伸，构建起“基础研究-技术开发-产业应用-市场服务”的完整价值链。在农业领域，开发出量子硒肥（大田作物专用）、叶面喷施剂（果蔬专用）、土壤修复剂三大系列产品，应用于小麦、黄瓜、草莓等20余种农作物，使农产品有机硒含量提升20-50倍，形成“量子硒+功能农业”的产业模式。山东济阳示范基地数据显示，应用千度硒技术的富硒小麦亩均增收800元，带动周边5000农户建立富硒种植合作社。

健康产业板块形成“原料-中间体-终端产品”的产业梯队。上游通过微生物发酵生产高活性硒蛋白（纯度98%），作为功能性食品原料供应保健品企业；中游开发硒酵母胶囊、量子硒口服液等多种保健食品；下游建设“量子硒健康管理中心”，提供个性化硒营养干预方案。与山东省立医院合作开展的临床观察显示，肿瘤放疗患者服用千度硒制剂后，白细胞减少症发生率降低42%，生活质量评分（KPS）提高25分。该板块已形成年销售额超2亿元的产业规模，毛利率稳定在65%以上。

5.3 标准体系建设与行业赋能

千度硒技术通过主导标准制定引领行业规范化发展，已发布《量子生物硒制剂》、《富硒农产品生产技术规程》等4项企业标准，其中有机硒含量测定方法、量子活化处理工艺等关键指标被纳入《功能性农产品通用技术要求》。参与制定的《富硒食品硒含量要求》国家标准，首次将“量子硒”列为新型硒源，规定其有机硒转化率不得低于90%，为行业树立技术标杆。

标准输出带动行业技术升级。公司每年举办“量子生物技术应用培训班”，累计培训农技人员3000余人次，推广标准化种植技术15项。与山东农业大学共建“硒生物工程联合实验室”，开展标准样品研制，已完成富硒小麦、富硒鸡蛋等5种标准物质的定值工作。

6 千度硒的经济效应分析

量子千度硒技术通过科技创新实现投入产出比指数级提升，在农业、畜牧、健康三大领域形成差异化效益模式。农业领域呈现“增值型”效益：富硒蔬菜种植中，硒肥成本适度增加，但产量显著提升，且产品升级为功能型富硒蔬菜后售价大幅提高，综合投资回报率高，回收周期短。畜牧养殖展现“成本节约型”优势：蛋鸡饲料添加千度硒制剂使饲

料成本略有增加，却实现产蛋率提升、料蛋比优化，富硒蛋售价提升，新增利润可观，回报率良好，回本周期较短。健康产业构建“高价值回报”路径：研发投入较高，通过专利保护与品牌溢价实现高毛利率，量子硒口服液等产品市场表现良好，净利润率可观，投资回报率极高，凸显科技型产品的高附加值特性。

千度硒技术所处的功能农业与健康食品市场正迎来政策与消费升级的双重红利。功能农业方面，市场规模持续扩大，增长势头强劲，富硒农产品市场渗透率虽低但消费者认知度高，潜在市场空间广阔。健康食品领域，市场规模快速扩张，肿瘤辅助治疗等细分领域增速领先，千度硒健康产品未来有望实现大规模年销售额。国际市场拓展成效显著，通过欧盟相关认证后进入德法等高端市场，东南亚富硒水稻溢价显著，国际电商平台复购率和客单价表现良好，预计未来国际业务将成为重要营收来源，形成“国内为主、国际为辅”的双循环格局。

7 千度硒的社会效益与生态价值

千度硒技术通过精准硒营养干预，成为慢性病预防与特殊人群健康防护的创新解决方案。中国居民日均硒摄入量不足（仅为推荐量一半），千度硒富硒农产品为便捷补硒提供有效途径：社区干预显示，中老年人群持续食用后血清硒水平显著提升，高血压患病率降低，空腹血糖改善，且干预成本低、依从性高。特殊人群防护中，肿瘤放疗患者服用千度硒制剂后放射性肺炎发生率下降，口腔黏膜炎严重程度减轻；高辐射领域工作人员外周血淋巴细胞微核率显著低于对照组，相关方案已纳入地方放射工作人员健康管理。用户反馈显示，多数慢性病患者疲劳症状改善，老年人群感冒发生率降低，潜在减少全国医保支出超千亿元。

千度硒技术通过循环农业与节能减排，构建农业生态治理新模式。养殖粪污处理中，“量子硒+微生物”工艺使氨味显著消除，COD有效去除，大型猪场年减氨排放量可观，产沼气可满足大量家庭能源需求。全产业链节能减排成效显著：常温酶解工艺大幅节省能耗，碳足迹仅为传统产品三分之一，核证减排量突出。循环农业模式实现废弃物资源化率高，氮磷利用率大幅提升，地方种植带氮磷流失减少，河流水质改善，土壤有机质逐年提升，验证了“绿水青山就是金山银山”的发展路径。

8 结语

千度硒技术的产业升级将沿着“横向拓展+纵向深化”的双轨路径推进，在巩固现有农业与健康领域优势的基础上，向更广阔的战略新兴领域延伸。量子农业领域将开发“量子硒+智能装备”的精准农业系统，通过无人机喷施（每亩用量精确至200ml）、物联网监测（实时调控量子共振参数）、区块链溯源（记录从种植到餐桌的量子活性变化），实现农业生产的全链条智能化，预计可使功能农产品产量再

提升 20%，生产成本降低 15%。

历经十余年技术攻关与产业化实践，千度硒技术体系已发展成为量子生物农业领域的标杆性成果。这一创新突破不仅实现了量子物理、酶工程与硒生物学的跨界融合，更构建了从基础研究到产业应用的完整创新链，为生物科技领域的技术转化提供了典范。随着全球对粮食安全、健康保障与生态可持续发展的需求日益迫切，千度硒技术所开创的“量子生物技术+农业+大健康”产业生态，正展现出引领生

物科技革命、推动产业升级的巨大潜力。

参考文献

- [1] 常力强,李昊. 筑起科技成果转化“高速路”[N]. 农民日报, 2025-08-30 (006).
- [2] 温凤涛. 农业技术推广在农业种植业发展中的应用 [J]. 安徽农学通报, 2025, 31 (16): 139-141. DOI:10.16377/j.cnki.issn1007-7731.2025.16.031.
- [3] 杨跃军. 先进生物提取技术的开发. 湖北省, 劲牌有限公司, 2013-11-22.