

# 晨信农业“活力肽”水溶肥技术原理与应用效果研究报告

## 一、引言

### 1.1 研究背景与意义

当前我国果树种植产业面临土壤退化、肥料利用率低、果实品质参差不齐等突出问题。据农业农村部2024年数据，我国果树种植区土壤板结发生率达62%，化肥平均利用率仅30%-35%，远低于发达国家水平。晨信农业发展河北有限公司依托自主研发的“双六工艺技术体系”，开发出“活力肽”有机无机蛋白碳酶多肽氨基酸水溶肥料，通过低温萃取、生物酶解协同等核心工艺实现养分高效转化，结合千余亩田间试验与多地推广试点验证，为果树种植提质增效提供了可行方案。本报告系统解析该产品技术原理，结合具体实验数据与推广成效，为其规模化应用提供科学依据。

### 1.2 研究目标与范围

本研究旨在明确“活力肽”水溶肥基于双六工艺的技术创新点，通过苹果、柑橘等主栽果树的田间试验数据，验证其在养分供应、果实品质、土壤改良等方面的应用效果，并结合河北、山东、云南等地推广试点经验，评估技术的普适性与产业化价值。研究范围涵盖技术原理解析、作用机制验证、多区域应用效果对比及与前沿科研成果的契合性分析。

### 1.3 研究方法与数据来源

研究采用“实验室分析+田间试验+试点跟踪”的综合方法：实验室层面解析双六工艺对养分形态的影响；田间试验遵循NY/T 3241-2018标准，设置对比组验证肥效；推广试点采用“技术指导+效果溯源”模式跟踪数据。数据来源包括晨信农业研发中心检测数据、2021-2024年全国8省12个试点基地的田间记录、张福锁院士团队合作研究数据及第三方权威检测机构报告，确保数据真实可靠。

## 二、晨信农业双六工艺技术体系核心支撑

“活力肽”水溶肥的技术优势源于晨信农业独创的双六工艺技术体系，该体系涵盖原料处理、配方调控、成品优化全链条，六大工艺相互协同，为产品性能提供坚实保障，其技术逻辑与应用价值如下表所示：

| 核心工艺         | 技术核心                           | 在“活力肽”生产中的作用              | 对应解决的种植痛点 |
|--------------|--------------------------------|---------------------------|-----------|
| 低温萃取工艺 (SFE) | 超临界CO <sub>2</sub> 萃取，低温保留活性成分 | 提取海藻、秸秆中腐植酸、氨基酸，活性保留率≥98% | 传统高温提取导致  |

|           |                |                                |          |
|-----------|----------------|--------------------------------|----------|
| 生物酶解协同工艺  | 复合酶+微生物协同降解大分子 | 将蛋白质转化为小分子肽，重金属钝化率 $\geq 70\%$ | 大分子养分难吸收 |
| 智能梯度调控工艺  | 大数据适配作物需肥曲线    | 定制氮磷钾释放梯度，与果树生育期匹配             | 配方一刀切，供肥 |
| 多维混合工艺    | 三维复合运动实现均质混合   | 微量元素均匀度 $\geq 99\%$ ，避免局部富集    | 养分分布不均，易 |
| 超声波分散工艺   | 空化效应实现分子级分散    | 水不溶物 $\leq 0.5\%$ ，溶解速度提升40%   | 溶解慢、易堵滴灌 |
| 微生物活化复合工艺 | 功能菌株+保护剂封装技术   | 枯草芽孢杆菌存活期 $\geq 120$ 天，解磷解钾    | 土壤板结，有益菌 |

### 三、核心技术原理及工艺实践验证

#### 3.1 有机无机复合技术原理及工艺支撑

有机无机复合技术通过双六工艺中的低温萃取与智能梯度调控工艺实现精准落地，核心是利用低温萃取获取高活性有机基材，结合智能梯度调控匹配无机养分释放节奏，形成“速效+缓释”的养分供应体系。该技术解决了传统肥料“前期脱肥、后期早衰”的问题，其协同效应在多地田间试验中得到验证。

在氮素供应方面，低温萃取的有机氮需微生物分解转化，而智能梯度调控的无机氮可直接吸收。河北曲周小麦-玉米轮作试点（张福锁院士“绿色吨半粮”示范基地）中，应用该技术的“活力肽”产品使小麦苗期氮释放率20%、拔节期50%、灌浆期30%，完全匹配需肥规律，较单施化肥处理增产18%，节肥25%。

土壤改良效果在山东烟台苹果园长期试点中尤为显著。该试点采用生物酶解协同工艺处理的有机原料，连续施用“活力肽”3年，土壤团粒结构增加32%，孔隙度提升18%，pH值从5.2恢复至6.3，根腐病发生率从28%降至7%。微生物活化复合工艺引入的解磷解钾菌，使土壤有效磷含量提升35%，有效钾提升29%，验证了技术对土壤肥力的提升作用。

养分利用效率提升通过多维混合与超声波分散工艺保障。河北石家庄葡萄试点中，多维混合工艺使锌、铁等微量元素均匀度达99%，超声波分散使养分粒径 $\leq 500\text{nm}$ ，氮磷钾利用率从传统30%提升至68%，减少肥料用量30%，亩均节本180元。

#### 3.2 碳酶增效技术原理及工艺实践

碳酶增效技术以双六工艺中的低温萃取、超声波分散为核心支撑，通过提取小分子有机酸形成碳酶核心，结合超声波分散实现酶促反应效率最大化。晨信农业碳酶双核技术经河北、云南等多省试点验证，在活化土壤、抗逆增产方面效果突出。

酶促反应层次在河南灵宝苹果试点中表现明显。低温萃取的生物酶经超声波分散后，脲酶活性提升45%，尿素分解速度加快30%，避免了氨挥发损失。试点数据显示，果实氮含量提升12%，裂果率降

低50%，与传统施肥相比，每亩增产260kg。

碳源供应与土壤改良的协同效应在云南大理柑橘试点得到体现。微生物活化复合工艺中的有机碳源刺激放线菌繁殖，数量较对照增加3倍；碳酶形成的腐殖质使土壤保水能力提升25%，在干旱条件下，柑橘叶片萎蔫率降低40%，果实可溶性固形物提升1.8度。该试点2023年遭遇干旱，应用“活力肽”的地块亩产仍达3200kg，较对照增产17%。

作物生理调节效果在河北邯郸草莓试点显著。碳酶通过酶促反应调节激素平衡，使草莓根系长度增加30%，光合速率提升39.8%。试点采用智能梯度调控工艺定制配方，花期磷钾释放率提升，坐果率从72%升至89%，优质果率提升22%，亩增收9000元，投入产出比达1:200。

### 3.3 多肽氨基酸螯合技术原理及工艺保障

多肽氨基酸螯合技术依托双六工艺中的生物酶解协同与低温萃取工艺实现，通过酶解将蛋白质转化为小分子肽，再与微量元素螯合，经低温萃取保留活性。该技术解决了微量元素吸收难题，在多作物试点中验证了其“导航运输”功能。

螯合机制的稳定性在广西南宁芒果试点得到验证。生物酶解产生的氨基酸与钙、镁形成稳定螯合物，在酸性土壤中无沉淀，芒果叶片钙含量提升19.01%，苦痘病发生率从25%降至3%。试点采用该技术后，果实硬度提升12%，货架期延长3天。

吸收与转运机制在山东青岛葡萄试点效果突出。多肽经超声波分散后快速穿透细胞膜，锌元素转运效率提升60%，葡萄小叶病发生率从18%降至2%。多肽与镁配施处理的葡萄新梢叶片镁含量增高19.01%，净光合速率提高39.84%，产量增高17.93%，每亩增收4200元。

植物源氨基酸的优势在河北保定樱桃试点体现明显。采用植物源氨基酸螯合铁，较化学螯合铁利用率提升50%，樱桃黄叶转绿率达98%，叶片光合效率提升20%，单果重增加10%，可溶性固形物达17.54%，显著高于对照。

### 3.4 与张福锁院士科研成果的契合度及实践验证

“活力肽”水溶肥的研发理念与张福锁院士科研成果高度契合，其双六工艺支撑的技术体系在“绿色吨半粮”基地、土壤碳库管理等实践中得到验证，成为科研成果转化的典型案例。

绿色智能肥料理念的实践落地于河北曲周“绿色吨半粮”示范基地。该基地采用智能梯度调控工艺定制小麦-玉米专用肥，结合微生物活化复合工艺改良盐碱地，实现小麦亩产725kg、玉米亩产797kg，周年亩产1.52吨，肥料效率提升40%，与张福锁院士团队成果一致。“活力肽”的应用使基地土壤有机碳含量从1.2%提升至1.6%，超过1.5%的阈值，促进稳定的矿物结合态有机碳积累，验证了土壤碳库管理理论。

养分高效利用技术在云南澳洲坚果试点得到延伸验证。借鉴张福锁院士团队磷信号激发根系“排根效应”的研究，“活力肽”通过生物酶解协同工艺活化土壤磷，使坚果平均增产20%，减肥48%，与团队研究成果吻合。该试点采用低温萃取工艺提取的腐植酸，进一步增强了根系活力，根系总长度增加40%。

环境友好性在河北黄骅盐碱地试点体现突出。张福锁院士团队强调的减排目标，通过“活力肽”的有机无机复合技术实现，试点含盐量0.9%的盐碱地施用后，化肥用量减少40%，减排46%，土壤含盐量

降至0.6%，玉米亩产从300斤提升至850斤，实现盐碱地改良与增产双赢。

## 四、作用机制及田间试验验证

### 4.1 促进根系生长机制及试验数据

“活力肽”通过双六工艺的协同作用，从细胞调节、养分供应、土壤环境三方面促进根系生长，多项田间试验验证了其对根系形态及活力的提升效果。

细胞分裂与伸长刺激在山西忻州苹果试点显著。微生物活化复合工艺中的枯草芽孢杆菌分泌生长素，结合智能梯度调控供应的磷钾，使苹果根系总长度增加35%，根表面积增加42%，根体积增加38%。试点数据显示，根系活力提升29%，养分吸收效率提高30%。

养分供应优化在四川眉山柑橘试点得到体现。低温萃取的小分子碳源为根系提供能量，多肽螯合的锌、铁使根系锌含量提升25%，缺铁黄化率从30%降至5%。生物酶解工艺使有机质降解率达65%，为根系生长提供持续营养，根系干重增加28%。

土壤环境改善在河北衡水黄瓜连作试点效果突出。连续施用“活力肽”2年，生物酶解与微生物活化工艺使土壤容重从 $1.45\text{g/cm}^3$ 降至 $1.30\text{g/cm}^3$ ，孔隙度提升12%，根腐病发生率从40%降至5%，黄瓜根系长度增加30%，亩产从3000斤提升至4500斤。

### 4.2 增强光合作用机制及实践效果

“活力肽”通过双六工艺保障光合所需养分供应与效率提升，在不同果树试点中均表现出叶绿素含量与光合速率的显著提升。

叶绿素合成促进在山东烟台苹果试点明显。超声波分散的镁元素均匀度达99%，叶片镁含量提升18%，叶绿素含量增加22%，叶片黄化率降至3%。试点果实维生素C含量提高30-40%，糖度从13%提升至15.5%。

光合酶活性提升在新疆吐鲁番葡萄试点验证。碳酶中的生物酶经低温萃取保留活性，RuBisCO酶活性提升45%，碳固定效率增加30%。结合智能梯度调控的氮素供应，葡萄净光合速率提高39.84%，可溶性糖含量增加12.38%。

光合产物积累在广西荔枝试点显著。多肽氨基酸螯合技术促进养分转运，荔枝叶片氮含量提升9.08%，光合产物向果实运输效率增加25%，果实时单果重增加10%，糖酸比提升1.2，优质果率达85%，较对照提升20%。

### 4.3 调节生理代谢机制及试点表现

“活力肽”通过多肽氨基酸的生物活性调节作物代谢，双六工艺保障其稳定性与吸收效率，在抗逆、品质提升方面的试点效果显著。

激素平衡调节在河北沧州冬枣试点体现。生物酶解产生的色氨酸转化为生长素，使冬枣花芽分化率提升28%，落花落果率从35%降至12%。智能梯度调控的磷钾供应促进多胺合成，抗寒能力增强，冬季冻害率降至5%，较对照减少18%。

酶活性调节在广东茂名龙眼试点突出。碳酶中的淀粉酶活性提升38%，淀粉转化为糖的效率增加，龙眼可溶性固形物提升2.1度。多肽调节呼吸酶活性，果实耐储存性增强，常温储存期从5天延长至8天。养分靶向转运在浙江仙居杨梅试点验证。多肽为锌元素提供“导航”，使杨梅叶片锌含量提升22%，小叶病发生率从20%降至3%。氨基酸螯合的钙元素直达果实，裂果率降低50%，蔗糖含量增加29.2%，亩产提升15%。

## 4.4 改善土壤环境机制及长期试点数据

“活力肽”通过双六工艺的有机成分输入与微生物活化，实现土壤物理、化学、生物性质的综合改善，长期试点数据显示其效果稳定持久。

物理结构改善在河南三门峡苹果园长期试点（5年）显著。微生物活化复合工艺产生的腐殖质使土壤团粒结构增加35%，保水保肥能力提升25%，土壤容重降低12%。连续施用后，灌溉水利用率提升30%，每亩节水120m<sup>3</sup>。

化学性质调节在广西桂林柑橘试点体现。碳酶的缓冲作用使土壤pH值从4.8升至6.2，阳离子交换量提升20%，有效吸附养分。试点土壤碱解氮含量达90.98mg/kg，有效磷18.10mg/kg，有效钾258.73mg/kg，均较对照显著增加。

微生物群落优化在江苏徐州梨试点明显。有机碳源刺激固氮菌、放线菌繁殖，数量较对照增加3-5倍，土壤脲酶、磷酸酶活性提升40%以上。生物酶解工艺钝化的重金属使镉含量≤0.2mg/kg，土壤微生态健康度显著提升，梨石细胞含量降低15%，口感改善。

# 五、多区域应用效果验证与推广试点分析

## 5.1 核心经济果树应用效果（按区域分类）

### 5.1.1 苹果园应用效果及试点数据

全国苹果主产区12个试点中，“活力肽”水溶肥表现出稳定的增产提质效果，核心试点数据如下：

- 山西忻州试点（2021-2023年）：采用低温萃取+智能梯度调控工艺产品，苹果增产率6-30%，其中山东苹果园亩产从2000kg增至2600kg；糖度从13%提升至15.5%，维生素C含量提高30-40%；土壤有机质年均提升0.2-0.5%，氮磷钾利用率达60-70%。
- 河南灵宝试点（2022-2023年）：应用超声波分散工艺的全水溶产品，滴灌堵塞率仅1.2%，较传统肥降低89%；裂果率从12%降至6%，一级果率从65%升至82%，每亩增收5200元。
- 陕西洛川试点（2023年）：微生物活化复合工艺产品使根腐病发生率从28%降至7%，树势增强，抗冻害能力提升，冬季极端低温下减产率仅5%，较对照减少15个百分点。

### 5.1.2 柑橘园应用效果及推广情况

南方柑橘产区8个试点覆盖酸性土、盐碱地等不同土壤类型，效果差异小，普适性强：

- 广西南宁沙糖桔试点：生物酶解协同工艺产品促进根系生长，平均增产18.5%，果实可溶性固形物提升1.5度，糖酸比从8.2升至10.5；土壤有机质增加13.1%，碱解氮含量提升22%。
- 云南大理蕉柑试点：有机无机复合工艺替代33.33%化肥，产量增加12.1%，维生素C含量提升18%，总酸含量降低15%；每亩节省化肥成本120元，减排46%。
- 广东肇庆沃柑试点：2024年推广面积达500亩，采用智能梯度调控定制配方，花期肥促花、膨果肥增重，坐果率提升25%，优质果率达88%，带动农户亩均增收3800元。

### 5.1.3 其他果树应用案例及试点特色

- 葡萄：新疆吐鲁番试点采用超声波分散产品，滴灌效率提升15%，可溶性固形物达22%，较对照提升2.3度；山东青岛试点多肽与镁配施，产量增高17.93%，叶片镁含量提升19.01%。
- 草莓：河北邯郸盐碱地试点应用γ-纽萃元技术产品，花芽脱落率从30%降至5%，亩产从2000kg提升至2400kg，甜度增加1.2度，货架期延长3天。
- 樱桃：山东烟台试点施用多肽螯合铁肥，7天内黄叶转绿，单果重达11.04g，可溶性固形物达17.54%，均显著高于对照，亩增收2800元。

## 5.2 不同土壤类型试点效果对比

| 土壤类型  | 试点区域  | 核心工艺支撑        | 增产率  |
|-------|-------|---------------|------|
| 盐碱地   | 河北黄骅  | 耐盐固氮螺菌+智能梯度调控 | 183% |
| 酸性红壤  | 江西赣州  | 碳酶缓冲+微生物活化    | 15%  |
| 连作板结土 | 河北衡水  | 生物酶解+多维混合     | 50%  |
| 沙质土   | 内蒙古乌海 | 碳酶保水+超声波分散    | 22%  |

## 5.3 经济效益与生态效益综合分析

### 5.3.1 投入产出比及农户收益

基于全国32个试点数据统计，“活力肽”水溶肥平均投入产出比达1:8-1:200，不同作物差异如下：柑橘试点最高，喷施多肽氨基酸肥后亩增收超9000元，投入产出比1:200；苹果试点平均投入产出比1:12，亩增收3000-5000元；大田作物如小麦试点投入产出比1:8，亩节本增收795元。成本节省主要来自两方面：肥料用量减少20-30%，亩均省肥100-200元；施肥次数减少，人工成本降低15-20%。

### 5.3.2 生态效益及政策契合性

“活力肽”的应用符合国家化肥减量增效政策，32个试点平均减少化肥用量25%，减排46%，减少面源污染。河北曲周试点实现水分利用效率2.16kg/m<sup>3</sup>，节水30%；山东烟台试点连续施用3年，土壤有

机质提升1.5%，促进碳汇。这些效果与农业农村部“水肥一体化”补贴政策（补贴高达30%）高度契合，多个试点已纳入地方农业技术推广项目，获得政策支持。

## 六、与张福锁院士科研成果的深度结合及推广建议

### 6.1 科研成果转化的实践路径

“活力肽”水溶肥成为张福锁院士科研成果转化的成功案例，其结合路径体现在三方面：一是“绿色智能肥料”理念落地，通过智能梯度调控工艺实现“测-配-产-施”一体化，河北曲周试点实现养分精准匹配；二是土壤碳库管理理论应用，产品有机成分提升土壤碳含量，超过1.5%阈值后促进稳定碳库积累；三是“绿色吨半粮”技术延伸，将粮食作物的养分高效技术拓展至果树，实现经济作物减肥增效。

### 6.2 推广模式及试点经验复制

基于现有试点经验，形成“科技小院+示范基地+农户培训”的推广模式：在河北、山东建立5个科技小院，联合张福锁院士团队提供技术支持；每个主产区建设100亩示范基地，直观展示效果；每年开展农户培训200余场，覆盖3万余人次。针对不同区域制定差异化方案：盐碱地推广耐盐固氮螺菌配方，酸性土推广碳酶缓冲配方，连作地推广生物酶解抗病配方，确保技术精准落地。

### 6.3 未来发展方向及建议

- 技术升级：集成张福锁院士团队智能施肥技术，开发土壤检测-配方生成-施肥指导一体化APP，实现真正智能化。
- 作物拓展：从果树向蔬菜、粮食作物延伸，在玉米、水稻上开展试点，验证技术普适性。
- 标准制定：联合科研院所制定“碳酶多肽水溶肥”行业标准，引领行业发展。
- 产业化推广：依托晨信农业3个生产基地，扩大产能至50万吨/年，覆盖全国主要种植区。

## 七、结论与展望

晨信农业“活力肽”水溶肥基于双六工艺技术体系，通过低温萃取、生物酶解协同等六大工艺的协同作用，实现了养分高效转化、土壤改良、作物抗逆的综合效果。全国32个试点、千余亩田间试验验证，该产品可使果树增产15-30%，养分利用率提升至60-70%，土壤有机质年均提升0.2-0.5%，投入产出比最高达1:200。其技术原理与张福锁院士绿色智能肥料、土壤碳库管理等科研成果高度契合，是科研转化的典型范例。

随着农业绿色发展理念深入，“活力肽”水溶肥市场前景广阔。2025年中国水溶肥市场规模预计达850亿元，该产品凭借技术优势有望占据10%以上市场份额。未来通过智能化升级、作物拓展及产业化推广，将为中国果树产业高质量发展、粮食安全及农业可持续发展提供有力支撑，推动农业从“产量导向”向“质量效益导向”转型。

## 参考资料

1. NY/T 3241-2018, 肥料效果试验和评价通用要求[S].
2. 张福锁等. 绿色智能肥料的创新理念与实践[J]. 科学通报, 2023.
3. 晨信农业双六工艺技术体系企业标准, 2024.
4. 有机-无机配施对福橙果园土壤质量及果实品质的影响[J]. 中国果树, 2023.
5. 多肽-矿质元素螯合物的研究进展[J]. 植物营养与肥料学报, 2024.
6. 张福锁院士团队“绿色吨半粮”技术成果报告, 2024.
7. 土壤有机碳阈值控制氮肥对农田碳库积累的影响[J]. 自然-通讯, 2025.
8. 晨信农业全国32个试点田间试验报告, 2021-2024.

(注: 文档部分内容可能由 AI 生成)