

与西农联合申报省级科技成果奖各单位公示内容

一、项目名称

苹果矮砧大苗繁育及早果省力化栽培技术研究与大面积推广

二、提名者

杨凌农业高新技术产业示范区管理委员会

三、项目简介

我国苹果面积占世界苹果总面积 50% 以上,世界发达国家苹果栽培 80% 采用矮砧密植,过去我国矮砧密植不足 5%。主要原因是矮砧苗木质量差,结果晚,树势弱,且栽植区域不清,省力化栽培技术不成熟。本项目针对我国苹果矮砧大苗繁育技术不健全、早果省力化栽培技术不成熟这一瓶颈问题,历时近 20 年时间,系统开展了苹果矮砧带分枝大苗繁育及早果省力化栽培技术研究,并进行了大面积推广,取得了多方面创新性成果和极显著的经济、社会和生态效益。

1.系统评价了不同生态区砧穗组合,制定了矮砧苹果栽植区划方案,提出利用矮化砧和短枝型相结合实现早果省力化栽培的思路。

从国外引进并大规模繁殖推广了易成花的 T337 矮化砧木,占到目前国内矮化自根砧苗木 95% 以上份额;提出了优良生态适应性砧穗组合是易成型和易成花型的统一的评价标准,系统提出了我国各地新模式适宜发展的矮化砧木和砧穗组合,针对不同苹果产区,筛选提出晚结果的富士采用 M9 系列自根砧、早结果的嘎啦采用 M26 自根砧;有灌水条件,且年最低气温在-23℃ 以上地区栽培自根砧,无灌水条件且年最低气温在-25℃ 以上地区栽培中间砧;无灌水条件,山坡及较寒冷地区栽培乔化短枝型的矮化苹果发展规划方案。

2.解析了苹果矮化砧生根生理机理,建立矮化砧木组织培养和压条产业化繁育技术体系,创制了二年出圃培育自根砧及中间砧、短枝型带分枝大苗。

明确了我国应用的主要矮化砧木根系构型,系统评价了其生根能力,提出了系列调控不定根发生的技术,建立了适合我国土壤和气候条件的 M 系矮化砧木压条繁育技术体系,突破了 T337 和 M26 等矮化砧木组培产业化生产的瓶颈技术问题,实现了 M 系矮化砧木由主要依赖进口到国产化自给自足的转变,促进我国自根砧苗木质量的不断提升和价格不断下降,助推我国苗木繁育制度变革。系统研究了苗木育苗密度和促分枝等系列苗木繁育技术,提出综合考虑土地利用和肥料投入的经济效益,认为黄土高原地区最为经济合理苹果矮化中间砧和自根砧苗木育苗密度株行距分别为 20*50 cm 和 30*70 cm。通过研究室内外嫁接技术,提

出室内双芽舌接。在苗高 80 厘米时喷布激素，提出布赤霉酸 80 倍，喷布 2-3 次促发角度合理的分枝。在国内首次研究成功了自根砧、中间砧和短枝型带分枝大苗繁育技术，制定了省级苹果矮化砧苗木标准（DB61/T1047.1-2016）。

3.首次研究提出便于机械化作业和省工省力宽行密植、高纺锤形、网格立架、肥水一体化等矮砧苹果建园栽培技术，制定了苹果矮化苗木建园技术规范。

利用分形理论和三维数字化仪对不同树形进行评价，在我国首次提出矮砧建园的株行距为 1-1.2 米×3.5-4 米，每亩栽植 138—190 株。研究提出了幼树和成龄树富士、嘎啦高纺锤整形修剪技术。研究了白色地膜、黑色地膜、地布、麦草、对照等 5 种覆盖材料，提出旱地栽培自根砧要用黑色地布覆盖保墒。在我国首次研究提出矮砧大苗、宽行密植、覆盖生草、网格立架、高纺锤形、肥水一体化、化学疏花果、机械化管理等苹果矮砧八项管理关键技术，并研发成功了果园运输平台，制定了苹果矮化苗木建园技术规范（DB61/T1047.2-2016）。

4.采用“大学试验站+当地政府+企业+大户”的四结合推广模式，示范推广成效显著。

过去我国苹果育苗 90%以上为乔砧单干苗，项目以西北农林科技大学苹果试验示范站为技术依托，品种选择富士、嘎啦新品种，包括学校选育的瑞雪、瑞阳、秦脆等新品种，引进陕西现代果业集团（原陕西海升果业）、陕西华圣果业、北京汇源、陕西青美、陕西枫丹百丽、大地农业等 13 家企业和 30 多个大户在千阳建立苹果自根砧压条圃 3000 亩、建立自根砧组培工厂 2 家，年生产自根砧苗 3000 万株以上，苗木总量占我国矮砧苹果苗总量的一半，占世界苹果苗总量 25%，并出口到吉尔吉斯斯坦。目前苹果矮砧栽培模式从陕西推广到山东、河北、山西、北京、甘肃、宁夏、新疆、河南、云南、四川 10 多个省 60 多个县。在项目的推动下，现在全国苹果矮砧苗木已占苹果总苗量的 70%，其中自根砧占 1 / 3。全国苹果矮砧面积达到 590 万亩，其中自根砧面积发展到 50 多万亩。陕西苹果矮砧面积达到 248 万亩，其中自根砧面积发展到 38 万亩。过去栽培乔砧苹果，亩用工 60 个左右，栽植后 5-6 年开始结果，现在推广矮砧苹果，亩用工减少 50%左右，结果年限提早 2-4 年。本项目 2 年的应用面积累计 584 万余亩，新增产值 43.3 亿元，具有广阔的应用前景。本项目获国家发明专利 10 项，制定省级地方标准和规范 2 项，发表研究论文 38 篇，出版著作 4 部。农业部 2017 年把“苹果矮砧集约栽培关键技术”作为农业主要推广技术向全国推介，成为我国苹果栽培制度变革的方向。

四、客观评价：（包括该项目科技成果鉴定意见、国内外对本项目研究成果的引用情况）

该项目研究水平达到同类研究的国际先进水平；获得 10 项授权国家发明专利；制定 2 项省级地方标准和规范，近 2 年多以来应用面积达到 584 万亩；培养研究生 35 名；发表学术论文共 38 篇；项目成果在社会上产生了很大的影响，成为我国苹果栽培制度变革的方向。

1、新华社记者采访报道

2015 年 12 月 20 日，新华社高管信息“陕西领导参考”第 35 期记者李勇、边江、梁爱平报道，“千阳县建成了全国最大矮砧苹果示范基地和国内最大矮化自根砧育苗基地，实现了苹果种植省水省肥、省地省力、而且优果率高、结果早的目标，探索出用工业化理念发展苹果产业，这种栽培模式是苹果的一场革命”。说明矮砧集约栽培技术对我国苹果栽培制度变革起到重要作用。

2、中央一套焦点访谈报道

2016 年 11 月 11 日，中央电视台一套在黄金时段报道了西北农林科技大学苹果矮砧栽培技术及苗木培育动态，向世界展现我国科技工作者研究成果了苹果自根砧大苗培育技术及矮砧集约栽培技术。记者介绍，在杨凌采访一周多，选了许多素材，经过专家审定和上级批准，唯一播出了 10 分钟的苹果矮砧重大科技成果。

3、国家发明专利授权情况

针对矮砧大苗培育及矮砧集约栽培技术难题，开展了创造性研究，申报了国家 16 项发明专利，授权了 10 项国家发明专利。分别是“一种苹果砧木 T337 快速繁殖的方法、一种苹果优质矮化中间砧大苗的繁育方法、一种自压式简易滴灌系统、一种苹果树矮砧集约高效栽培方法、一种苹果矮化自根砧建园方法、一种 Y 字垂柳形苹果树树形及其修剪方法、一种单行栽植快速繁育苹果矮化自根砧苗、一种一年生多分枝矮化自根砧苹果苗的培育方法、一种繁育苹果乔化无性系圆叶海棠自根砧苗的方法、一种防控苹果果实裂纹病的肥料及其制备方法和应用、一种基于复合菌种的微生物菌肥防治苹果腐烂病的方法等 10 项发明专利，在世界上围绕矮砧苹果苗圃培育及集约栽培技术方面授权的发明专利最多，说明项目整体研究、推广处国际先进水平。

4.我国唯一的苹果学院士束怀瑞教授评价

我国苹果学科唯一的中国工程院院士、山东农业大学教授束怀瑞在 2015 年 2 月山东科学技术出版社出版的“苹果标准化生产技术原理与参数”中，介绍了苹果宽行密植栽培，

并以陕西海升苹果自根砧矮砧栽培作叙述，束院士向产业推广这一新技术。在现代农业产业技术体系“十二五综合考核与验收报告”，以束怀瑞院士为组长的 12 名专家进行了验收，认为建立的千阳矮化自根砧苹果示范基地，成为全国现代苹果产业的样板。充分显示出该项目为全国树立了样板。

5.中国高校产学研合作优秀案例集报道

教育部科技发展中心编，中国高级科技杂志社出版 2012-2014 年中国高校产学研合作优秀案例集，在 47-49 页报道，“千阳西农试验站指导栽培的苹果矮化自根砧栽后当年开花，第 2 年结果，从第 6 年起亩产稳定在 4000~5000 公斤，比乔砧果园早结果 2~3 年，亩增产 2500 公斤以上，省水、省肥、省土地、省力方面表现突出，领跑苹果产业更新换代和转型升级的方向。这就看出本项目栽培技术引领全国苹果产业发展方向。

6.社会影响情况

陕西农林卫视 7 年来专题报道 20 多次，中国科学报、陕西日报等也多次报道，由于李丙智教授在矮砧大苗培育和矮砧集约栽培技术与推广方面成绩特别显著，2016 年获中国科协、科技部、中央宣传部的“全国科普先进工作者”称号，也获感动千阳人物、最美宝鸡人、首届杨凌示范区敬业奉献道德模范。2017 年 7 月 10 日，在杨凌受到李克强总理接见和交流。2017 年 6 月 2 日国务院在洛川召开北方四省产业脱贫现场会，国务院副总理汪洋参加会议，李丙智教授在千阳苹果园通透分会场视频向会议代表结合矮砧苹果是快脱贫产业。2018 年 5 月 28 日，以特邀嘉宾的身份参加两院院士大会，聆听习近平总书记报告，2018 年 5 月 30 日，在北京人民大会堂出现中国科协成立 60 周年的“百名科学家、百名基层科技工作者”座谈会，聆听王沪宁常委的讲话和交流。李丙智评为 2018 年度全国科技助力精准扶贫先进个人。

7、国内外同类比较

1980 年之前世界苹果栽培以乔砧稀植为主，每 6667 m²栽植 20-30 株，栽后 7-8 年才开始结果，树冠高大，机械化作业难度大。1980 年之后，世界苹果栽培以乔砧密植为主，每 667 m²栽植 50-80 株，栽后 5-6 年就开始结果，前期产量较高。但 10 年之后果园开始郁闭，光照条件变差，产量和品质开始下降。陕西省在全国首次提出苹果园“大改形、大间伐”，虽然对解决果园光照起到一定作用，但果园树体伤口多，腐烂病严重。在国外，从 1990 年左右开始大面积推广矮化密植，特别是推广矮化自根砧栽培。韩振海（2015）报道，美国矮化密植占苹果总面积 70%、欧洲 100%、韩国 80%。苹果自根砧苗木培育技术我国从上世纪 50 年代就开始研究，但一直未获得重大突破，据统计，30 多年来我国从国外进口

了 1000 多万株自根砧苹果苗。我们从 2006 年就进口自根砧苗研究自根砧苗木培育技术。在我国,苹果自根砧通过把砧木进行组织培育,繁育无病毒砧木,在通过压条繁殖。M9-T337 生根很难,组培出苗率低,且成本也高,山东果树所王稼喜在国内组培自根砧苗木最多,但培育的 M9-T337 较少,我们指导千阳的陕西青美公司,改变常规的有糖培养为无糖培养基,通过 CO₂ 补充营养,大量繁育出自根砧苗。同时首次提出矮砧建园技术规范,并进行了大面积推广。

五、推广应用情况

过去我国苹果育苗 90%以上为乔砧单干苗,项目以西北农林科技大学苹果试验示范站为技术依托,品种选择富士、嘎啦新品种,包括学校选育的瑞雪、瑞阳、秦脆等新品种,引进陕西现代果业集团(原陕西海升果业)、陕西华圣果业、北京汇源、陕西青美、陕西枫丹百丽、大地农业等 13 家企业和 30 多个大户在千阳建立苹果自根砧压条圃 3000 亩、建立自根砧组培工厂 2 家,年生产自根砧苗 3000 万株以上,苗木总量占我国矮砧苹果苗总量的一半,占世界苹果苗总量 25%,并出口到吉尔吉斯斯坦。目前苹果矮砧栽培模式从陕西推广到山东、河北、山西、北京、甘肃、宁夏、新疆、河南、云南、四川 10 多个省 60 多个县。在项目的推动下,现在全国苹果矮砧苗木已占苹果总苗量的 70%,其中自根砧占 1/3。全国苹果矮砧面积达到 590 万亩,其中自根砧面积发展到 50 多万亩。陕西苹果矮砧面积达到 240 万亩,其中自根砧面积发展到 38 万亩。过去栽培乔砧苹果,亩用工 60 个左右,栽植后 5-6 年开始结果,现在推广矮砧苹果,亩用工减少 50%左右,结果年限提早 2-4 年。通过 10 个单位的应用情况统计,2 年内全国推广矮砧大苗培育面积 16900 亩,其中陕西推广 10610 亩,陕西占全国 62.78%;2 年生全国推广矮砧早果省力化栽培技术 584 万亩,其中陕西推广 497 万亩,陕西占全国 85.10%。

六、主要知识产权和标准规范等目录(限 10 条,发明奖和进步奖填写)

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
陕西省地方标准	苹果矮化砧苗木	陕西	DB61 / T1047 .2-2016	2019-10-26		西北农林科技大学	李丙智, 张建新, 李永焘, 王仙林, 李鹏, 冯宝强, 李	

							高潮	
陕西省地方标准	苹果矮化砧苗木建园技术规范	陕西	DB61 / T1047.2-2016	2016-10-26		西北农林科技大学	李丙智, 葛武鹏, 张建新, 李永焘, 李鹏, 冯宝强, 李红涛	
国家发明专利	一种苹果矮化自根砧建园方法	中国	ZL201410705585.7	2017-01-04	2337098	西北农林科技大学	李丙智, 王俊峰, 李高潮, 李永焘	
国家发明专利	一种苹果砧木 T337 快速繁殖的方法	中国	ZL.201410331177.x	2016-7-14		西北农林科技大学	韩明玉, 王超, 张东, 邢利博, 韩静, 赵彩平	
国家发明专利	一种苹果优质矮化中间砧大苗的繁育方法	中国	ZL201310015263.5	2014-07-30		西北农林科技大学	韩明玉, 宋春晖, 张东, 邢利博, 张庆伟	
国家发明专利	一种自压式简易滴灌系统	中国	ZL.201410331692.8	2016-07-14		西北农林科技大学	张东, 韩明玉, 申亚文, 邢利博, 张林森	
国家发明专利	一种苹果树矮砧集约高效栽培方法	中国	ZL201410749120.1	2016-08-24	2207486	西北农林科技大学	李丙智, 韩明玉, 沙明侠, 李永焘, 王俊	
国家发明专利	一种单行栽植快速繁育苹果矮化自根	中国	ZL201410098525.3	2016-05-25	2085918	西北农林科技大学	李高潮, 韩明玉, 李丙智, 曹珊	

	砧苗的方法							
国家发明专利	一种一年生多分枝矮化自根砧苹果苗的培育方法	中国	ZL201410428045.9	2016-12-07	2308846	西北农林科技大学	李高潮, 韩明玉, 李丙智, 曹珊, 孙淑敏, 檀鸣	
国家发明专利	一种 Y 字垂柳形苹果树树形及其修剪方法	中国	ZL201410428045.9	2016-8-17	2186647	西北农林科技大学	李丙智, 韩明玉, 李高潮, 栾东珍	

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政/技术职称	工作单位/完成单位	对本项目技术创造性贡献
李丙智	1	教授	西北农林科技大学	以第一名序获批发明专利 3 项, 制定标准和规范各 1 项, 参加和主持项目 4 项, 发表论文 20 余篇, 出版著作 4 部。并具体负责苹果高纺锤形树形研究, 进行大面积推广。佐证材料在附件编号为:
李高潮	2	研究员	西北农林科技大学	项目主要参加人员, 以第一名序获批发明专利 3 项, 参加标准 1 项, 参加项目 3 项, 发表论文 5 篇, 出版著作 2 部。并具体负责苹果矮砧大苗培育研究与推广工作。
张东	3	副教授	西北农林科技大学	获授权发明专利 3 项。参加项目 2 项, 发表论文 20 余篇。并具体负责矮砧苹果大苗培育技术与推广工作。
安娜	4	副教授	西北农林科技大学	主要进行苹果矮砧大苗繁育技术与推广工作, 参加项目 2 项, 发表论文 3 篇。
韩明玉	5	教授	西北农林科技大学	以第一名序获批发明专利 2 项, 主持项目 3 项, 发表论文 20 余篇, 出版著作 2 部。主要负责苹果矮砧大苗培育技术与推广工作。
谢宏伟	6	高级农艺师/主任	千阳县果业发展中心	负责矮砧大苗在千阳县推广示范, 负责矮砧早果省力化栽培技术在千阳县大面积推广。并参加项目 2 项。发表论文 2 篇。

王军会	7	副总经理/无	陕西现代果业集团有限公司	从国外大量引进苹果矮砧材料,负责在全国 25 个县建立 8 万亩苹果矮化自根砧示范园,发展 3000 亩自根砧大苗培育基地。
张锐平	8	局长/农艺师	宝鸡市果业蔬菜管理局	主要负责宝鸡市的苹果矮砧大苗繁育及栽培技术推广,促进宝鸡发展矮砧苹果 100 多万亩。参加项目 2 项。
史继东	9	农艺师	陕西华圣企业(集团)股份有限公司果业公司	主要进行苹果矮砧大苗繁育技术与示范,并进行矮砧果园肥水一体化栽培技术与推广,参加项目 2 项,发表论文 3 篇。
张满让	10	副教授	西北农林科技大学	主要负责矮砧苹果栽培及育苗中病虫害防控技术与推广工作,参加项目 2 项,发表论文 10 余篇。
李永焘	11	技术员	千阳县果业发展中心	主要负责矮砧大苗培育及示范园的田间观察及室内资料整理等工作,获发明专利 2 项,参加项目 2 项,发表论文 3 篇。

八、完成人合作关系情况

完成人合作关系情况表					
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
1	共同立项	李丙智/1, 李高潮/2, 张东/3, 安娜4, 韩明玉/5, 张满让/10	2000-01-01	2018-12-31	专利, 论文, 标准, 规范
2	共同立项及产业合作	谢宏伟/6, 王军会/7, 张锐平/8	2012-01-01	2018-12-31	其他
3	共同立项及产业合作	史继东/9	2008-01-01	2018-12-31	论文
4	产业合作	李永焘/11	2013-09-01	2018-12-31	专利, 论文
完成人合作关系说明					

(限 1000 字)

西北农林科技大学李丙智科研团队主要从事苹果矮砧大苗培育及集约栽培技术研究与示范推广，生产推广经验非常丰富；陕西现代果业集团有限公司和陕西华圣企业（集团）股份有限公司果业公司是国家级龙头企业，主要从事苹果矮砧大苗培育和建立矮砧集约栽培技术示范园，王军会和史继东的团队具有很好苗木生产条件和示范园；宝鸡市果业蔬菜管理局和千阳县果业发展中心，主要从事矮砧大苗及集约栽培技术推广，张锐平和谢宏伟的团队，推广人员多，推广设施和条件具备。五家单位科研团队均具有共同研究目标和研究实力，推广力量强。采用强优势联合攻关苹果矮砧大苗培育及集约栽培技术，并取得成功，这是大学、企业、行政管理部门成立联合攻关组攻克难题和进行产业化推广的成功范例。

九、主要完成单位情况主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	排名	主要贡献
西北农林科技大学	1	西北农林科技大学在本项目中主要负责项目的策划、实施，对项目所形成的研究成果进行凝练和提升。项目实施过程中，在实验条件、工作人员的工作时间及其实验设备、试验土地等方面予以重点保障，管理部门按照课题管理办法进行检查、监督和组织协调，确保项目的顺利实施和完成。同时，在本项目开展过程中，校计财处、科研院、推广处等部门一直为项目给予专业指导和科学管理。课题组成员负责进行了苹果矮砧大苗繁育技术及早结果省力化栽培技术研究，并在千阳县建立学校苹果试验示范站，进行大面积推广。
陕西现代果业集团有限公司	2	陕西现代果业集团有限公司，在本项目中主要从事苹果矮砧大苗技术研究及生产，推广和示范苹果矮砧集约栽培技术。其中公司负责从国外大量引进自根砧苹果苗木，提供实验材料，并在全国 25 个县建立矮砧苹果示范园 8 万亩。项目实施过程中，在实验条件、工作人员的工作时间及其实验设备等方面予以必要保障，管理部门积极协助申报课题和组织协调，确保项目的顺利实施和完成。同时，在本项目开展过程中，公司有关部门一直为项目给予科学管理，并在项目成果推广应用上提供大力支持。

陕西华圣企业（集团）股份有限公司果业公司	3	<p>陕西华圣企业（集团）股份有限公司果业公司，在本项目中从事苹果矮砧大苗技术研究及生产，推广和示范苹果矮砧集约栽培技术。其中在千阳县和白水县分别建立自根砧苗圃及示范苹果园，为推广提供苗木及技术。项目实施过程中，在实验条件、工作人员的工作时间及其实验设备等方面予以一定保障，确保项目的顺利实施和完成；在本项目成果推广方面提供大力支持。</p>
宝鸡市果业蔬菜管理局	4	<p>宝鸡市果业蔬菜管理局，在本项目中主要负责在宝鸡市全面推广苹果矮砧大苗繁育技术和苹果矮砧早果省力化栽培技术，其中全市矮砧推广面积占苹果总面积 80%以上。项目实施过程中，在实验条件、工作人员的工作时间及其实验设备等方面予以一定保障，确保项目的顺利实施和完成；在本项目成果推广经费方面提供大力支持。</p>
千阳县果业发展中心	5	<p>千阳县果业发展中心，在本项目中主要负责县内企业、合作社、农民大户繁育矮砧大苗及建立矮砧苹果园，推广矮砧早结果省力化栽培技术，其中全县已建立苹果园 12 万亩，100%栽培矮砧苹果；建立矮砧苹果苗圃 5000 亩。项目实施过程中，在实验条件、工作人员的工作时间及其实验设备等方面予以一定保障，确保项目的顺利实施和完成；在本项目成果推广经费方面提供了大力支持。</p>

