# 2019年度国家奖提名公示内容

## 项目名称

绿豆优异种质创制与新品种选育技术及应用

## 二、提名者及提名意见

**提名者：**农业农村部

**提名意见：**

该项目针对绿豆产量低、抗病虫能力差、机械化程度低等问题，广泛搜集国内外种质资源，创建了抗豆象、叶斑病和抗枯萎病等重要性状鉴定技术，挖掘出我国缺乏的TC1966等抗豆象、VC1973A等抗叶斑病等优异种质。建立了绿豆种间远缘杂交、物理诱变、化学诱变等种质创新和育种技术体系，创制出育种和生产急需的新种质。绘制出绿豆高密度遗传图谱，精细定位和克隆了绿豆抗豆象、抗叶斑病基因，建立多性状聚合与分子标记辅助选择相结合的抗性育种技术。培育出世界首例高抗豆象兼抗叶斑病、枯萎病和晕疫病品种中绿4号，抗叶斑病适宜机械化生产的耐旱广适性品种中绿5号等，提高了产量和抗病虫能力，降低了生产和劳动成本，解决了因田间打药和仓储熏蒸造成的产品和环境污染问题，实现了田间抗病与仓储抗虫和机械化生产的有机结合及有传统的人工采摘到机械化收获的变革。新品种自2005年开始大面积示范推广，其中中绿3号、中绿4号、中绿5号等，近3年累计种植2845.5万亩，增产4.275亿公斤，增收43.025亿元，品种覆盖率达63.23%，实现了绿豆品种更新换代，其它单位利用本项目提供的优异种质和育种方法培育并在生产上大面积应用的新品种26个。本项目获国家发明专利6项、研制标准2项，发表论文78篇，出版著作16部。获中华农业科技一等奖1项。该项目发明点突出，社会和经济效益显著。

提名该项目为国家技术发明奖二等奖。

## 三、项目简介

绿豆是我国主要的杂粮作物，总产和出口量居世界首位。通过品种改良增强绿豆抗病虫能力、提高单产，降低生产成本对农民增收具有重要意义。本项目针对绿豆遗传基础狭窄、育种技术落后等问题，围绕绿豆主产区品种抗病虫性差、耐逆性不强、匍匐蔓生等技术难题，系统开展绿豆种质资源重要性状鉴定评价技术研究，深入挖掘优异基因资源，改进种质创制及育种方法，培育抗豆象、抗病、耐逆、适宜机械化生产的高产、广适性新品种，取得了重要突破。主要技术发明如下。

**1、首次创建抗豆象、抗病等重要性状鉴定技术，挖掘出目标性状突出的优异种质**

建立绿豆抗豆象、抗叶斑病和枯萎病等重要特征特性规模化鉴定技术与评价标准109项。鉴定出高抗豆象新种质4份；抗病新种质3份（高抗叶斑病、高抗枯萎病）；耐逆新种质3份（抗旱、耐盐）；早熟、直立新种质4份，早熟、抗倒优异种质3份，高产、广适性新种质3份，解决了抗病虫、耐逆、机械化专用等育种材料匮乏问题，为新品种选育提供材料基础。

**2、首次创建绿豆种间远缘杂交、物理诱变、化学诱变等种质创新技术体系，拓宽了创造变异的途径和方法，创制出一批育种和生产急需的优异新种质**

利用60Co-γ辐射获得抗病、耐逆新种质3份，EMS诱变获得早熟、多荚、大粒新种质3份。创建了绿豆种间远缘杂交育种技术体系，发明了基于SSR标记的杂交后代分子鉴定技术。通过种间杂交将野生绿豆抗豆象优良性状导入栽培种，创制出一批抗豆象、抗病、耐逆、广适性新种质。解决了我国绿豆抗病虫、抗逆境等基因资源匮乏问题，为新品种选育奠定了基础。

**3、大规模开发绿豆分子标记，挖掘抗豆象、抗旱、耐盐等基因，建立分子标记育种技术体系**

基于高通量测序技术大规模开发了绿豆分子标记，构建了国内外首张标记数目最多、密度最大的绿豆SNP遗传连锁图谱。明确了4份抗原抗豆象特性均受单个显性核基因控制，精细定位了抗豆象基因，经测序发现一个编码多聚半乳糖醛酸酶（PGIP）的基因，开发了功能标记并用于辅助选择育种，选择效率高达99.4%。发现了抗叶斑病受单个隐性核基因控制，精细定位了抗叶斑病基因。开发了与抗豆象、抗叶斑病基因紧密连锁的标记。构建了绿豆对不同非生物胁迫的表达谱数据库，基于比较转录组学发掘绿豆抗旱、耐盐基因，建立了以高通量技术为基础的高效基因资源发掘技术体系。利用RNA-seq技术构建逆境胁迫响应的转录调控网络，并分析了干旱、盐等非生物逆境胁迫的差异表达基因及共同调控基因，鉴定出*VrDREB2A、bHLH、WRKY54*等3个与抗旱、耐盐相关新基因，并研究应对干旱、高盐、ABA等非生物逆境胁迫的分子机理。为分子标记辅助选择育种提供了理论依据和技术支撑。

**4、通过复合杂交与分子标记相结合的聚合育种技术，聚合多个优异基因，培育出生产上急需的突破性绿豆新品种4个，显著提升了我国绿豆品种的综合抗性、丰产性和机械化适应程度**

利用挖掘的优异种质和改进的育种技术，培育出高产、抗倒伏、适宜机械化栽培的高抗豆象、抗叶斑病、适宜西北旱薄区种植的中绿3号，高抗豆象、抗叶斑病和枯萎病等、适宜中南部地区种植的中绿4号；抗叶斑病、耐旱、高产、广适、适于机械化生产的中绿5号；高抗豆象、抗叶斑病、广适性中绿7号等。解决了绿豆产量低、抗病虫能力差、不适宜机械化生产等问题，实现了田间抗病与仓储抗虫和机械化生产的有机结合。新品种自2005年开始大面积示范推广，截止到2017年，中绿3号、中绿4号、中绿5号，中绿7号，累计种植5961.1万亩，增产8.872亿公斤，增收93.25亿元；近3年在19个省份种植2845.5万亩，增产4.275亿公斤，增收43.025亿元，2016年种植758.8万亩，覆盖率达63.23%，实现了全国绿豆品种更新换代。其它单位利用本项目提供的优异种质育成并在生产上大面积应用的新品种26个。

**本项目获国家发明专利6项、研制标准2项，发表论文78篇，其中SCI论文22篇，出版著作16部。获省部级一等奖 1项。**

## 四、客观评价

**（一）科技部认证的第三方专家组评价**

中国农学会组织由刘旭院士等专家组成的专家组认为，该成果针对我国生产绿豆品种叶斑病和豆象危害严重，产量低等问题，在资源系统收集与引进、鉴定评价和遗传特性研究基础上，构建核心种质，筛选优异种质，开展抗性基因挖掘、种质创新及新品种选育等研究，并针对新品种的特征特性，集成系列配套高产栽培技术。项目各项研究创新性突出，在同类研究成果中，总体达到国际先进水平，抗豆象新品种属国际首创。

1．系统收集引进国内外绿豆种质资源3000余份，筛选出抗豆象、抗叶斑病、综合性状优异的种质资源200余份；研究了绿豆资源遗传多样性，构建了核心种质。

2．发掘出TC1966、V2709等抗豆象种质，VC1973A、VC2768A抗叶斑病种质以及C0840、C1555、C0848等抗枯萎病种质。采用分子标记辅助与常规育种技术结合的方法，培育出中绿3号、中绿4号、中绿5号、中绿7号等高产、抗豆象、抗叶斑病、适应性广的系列绿豆新品种，分别通过国家或省级品种审（鉴）定，其中抗豆象的新品种属国际首创。

3．构建了世界上首个高密度绿豆遗传图谱，完成了抗豆象基因的精细定位与克隆，开发了抗豆象功能标记并建立了辅助选择育种技术体系。

4．资源和育种方法被国内相关单位广泛应用，育成新品种在近三年推广占全国面积50%以上，经济、社会和生态效益显著。

**（二）中国农业科学院科技文献信息中心查新结果**

1．本项目对数千份绿豆资源综合评价，从国内资源中筛选出早熟、大粒、多荚、丰产、抗旱、耐盐等特异种质；在国外资源中筛选出国内缺乏的抗豆象、抗叶斑病材料，除本项目单位外，未见其他单位相同报道。

2．本项目培育出高产、广适、抗豆象和抗叶斑病绿豆新品种，除本项目单位外，未见其他单位相同报道。

3．本项目建立的多性状鉴定评价及集杂交育种与分子标记辅助选择于一体的绿豆抗性育种技术，除本项目单位外，未见其他单位相同报道。

**（三）新品种抗病（虫）特性评价结果**

经中国农业科学院作物科学研究所病虫害检测检验中心，按照《粮食作物种质资源抗病虫鉴定方法》，对中绿3号、中绿4号、中绿5号、中绿7号等新品种进行接种鉴定，其结果是：中绿3号高抗豆象（HR）、抗叶斑病（R）、抗白粉病（R），耐瘠薄(2级)；中绿4号高抗豆象（HR）、抗叶斑病（R）、抗白粉病（R）、枯萎病（R）和晕疫病（R）；中绿5号抗叶斑病（R）、白粉病（R）；中绿7号高抗豆象（HR）、抗叶斑病（R）、抗白粉病（R）。湖北省农业科学院植保土肥研究所，按照《绿豆尾孢菌叶斑病的抗病性鉴定方法》，对中绿5号等新品种进行接种鉴定，其结果是：中绿5号高抗叶斑病（HR）。

**（四）新品种抗旱性评价结果**

新疆农业科学院粮食作物研究所对19个绿豆新品种进行全生育期抗旱性鉴定，采用水旱两区试验及抗旱系数评价方法，两年结果表明，中绿5号是参试品种中唯一一个连续两年处于极强水平的品种。

**（五）新品种高产创建田间检测检验结果**

经有关单位组织专家对中绿5号等新品种进行田间检测，其结果见表。

**中绿5号田间检测结果汇总表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **年度** | **地点** | **面积（亩）** | **种植模式** | **产量（公斤/亩）** |
| 1 | 2013 | 安徽明光 | 150 | 麦后复播 | 242.67 |
| 2 | 2013 | 安徽明光 | 100 | 桃树套种 | 122.47 |
| 3 | 2013 | 广西崇左 | 250 | 甘蔗套种 | 102.7 |
| 4 | 2013 | 新疆奇台 | 30 | 旱地平作 | 241.74 |

**（六）新品种选育及其高产高效生产技术等研究获得省级科技成果奖励**

应用优异种质培育的新品种及配套生产技术，推广应用效果显著，其中，绿豆优异基因资源挖掘与创新利用获2014-2015年度中华农业科技一等奖。

## 应用情况

**1．应用情况**

自2005年起，本项目育成的中绿4号、中绿5号、中绿7号开始在全国29个省份示范推广。据不完全统计，截止到2017年，在全国19个省份累计推广种植5961.1万亩，增产8.872亿公斤，增收93.25亿元；近3年累计种植2845.5万亩，增产4.275亿公斤，增收43.025亿元；2016年种植758.8万亩，覆盖率达63.23%，实现了全国绿豆品种更新换代。

**主要应用单位情况表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **单位名称** | **应用的**  **技术** | **应用对象及规模** | **应用**  **起止时间** | **单位联系人**  **/电话** |
| 1 | 河北省农林科学院粮油作物研究所 | 资源利用 | 科研单位：育成品种冀绿7-13号；种植92.8万亩，增收3846.75万元 | 2007~2016 | 田静0311-87670607 |
| 2 | 黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院 | 资源利用 | 科研单位：育成品种嫩绿2号；种植70.9万亩，增收8975.8万元 | 2012-2016 | 崔秀辉0452-2720209 |
| 3 | 保定市农业科学院 | 资源利用 | 科研单位：育成品种冀绿2号、冀绿11、14、保绿942等；种植40.0万亩，增收4800万元 | 1997-2016 | 李彩菊0312-5913569 |
| 4 | 黑龙江省齐齐哈尔市种子管理处 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植110万亩，增收18480万元 | 2005~2016 | 王成15663352599 |
| 5 | 安徽省种子管理总站 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植286万亩，增收35750万元 | 2005~2016 | 周斌18756019871 |
| 6 | 河南省种子管理站 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植198.2万亩，增收48519.36万元 | 2005~2016 | 朱旭13838709394 |
| 7 | 四川省种子站 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植139.6万亩，增收33504万元 | 2005~2016 | 韩友学0288-5588170 |
| 8 | 陕西省榆林市种子管理总站 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植113.5万亩，增收9988万元 | 2005~2016 | 王斌13484980564 |
| 9 | 山西省农业技术推广总站 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植100万亩，增收8000万元 | 2009~2016 | 赵雪英0351-7115371 |
| 10 | 内蒙古自治区赤峰市农业技术服务中心 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植415万亩，增收37856.3万元 | 2006~2016 | 丁素荣13947640639 |
| 11 | 内蒙古自治区兴安盟农业技术推广站 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植465万亩，增收42417.3万元 | 2006~2016 | 赵存虎13604711861 |
| 12 | 辽宁省农业技术推广总站 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植120万亩，增收24000万元 | 2009~2016 | 葛维德13810021679 |
| 13 | 吉林省农业技术推广总站 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植269万亩，增收21520万元 | 2005~2016 | 徐宁13596682760 |
| 14 | 江苏省农业技术推广总站 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植212万亩，增收16960万元 | 2005~2016 | 袁星星13814087299 |
| 15 | 黑龙江省农业技术推广站 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植420万亩，增收48048万元 | 2005~2016 | 魏淑红13503633303 |
| 16 | 湖北省农业技术推广总站 | 新品种示范推广 | 生产部门：种植159.3万亩，增收17682.3万元 | 2005~2016 | 李莉13808698956 |

**2．应用效果**

该项科研成果的经济效益由中国农业科学院农业经济与发展研究所测算，该项成果科研投资年均纯收益率达到27.56，即平均每元科研投资在经济效益计算年限内，每年为社会增加27.56元的纯收益，说明该成果的科研投资回报达到较高的水平。对推动产业发展、增加农民收益的成效显著。

## 主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **知识产权（标准）类别** | **知识产权（标准）具体名称** | **国家**  **（地区）** | **授权号（标准编号）** | **授权（标准发布）日期** | **证书编号 （标准批准发布部门）** | **权利人（标准起草单位）** | **发明人（标准起草人）** | **发明专利（标准）有效状态** |
| 专利 | 一种分子标记辅助选育绿豆抗豆象品种的方法 | 中国 | ZL2014 10566900.2 | 2017.12.08 | 2731170 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 陈红霖，程须珍，王丽侠，王素华 | 有效 |
| 专利 | 植物耐逆性相关蛋白VrDREB2A及其编码基因与应用 | 中国 | ZL20151 0064674.2 | 2017.11.14 | 2697531 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 陈红霖，程须珍，王丽侠，王素华 | 有效 |
| 专利 | 基于转录组测序开发绿豆SSR引物的方法 | 中国 | ZL20131 0629710.6 | 2015.03.18 | 1606051 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 陈红霖，程须珍， 王素华，王丽侠 | 有效 |
| 专利 | 绿豆尾孢菌叶斑病的抗病性快速鉴定方法 | 中国 | ZL201410276784.0 | 2016.08.17 | 2185480 | 湖北省农业科学院粮食作物研究所 | 刘昌燕，焦春海，肖炎农，吴小微，万正煌，仲建锋，李莉 | 有效 |
| 专利 | 鉴定或辅助鉴定仓储豆象的引物对及其试剂盒 | 中国 | ZL201410717232.9 | 2016. 08.24 | 2207643 | 湖北省农业科学院粮食作物研究所 | 刘昌燕，万正煌，焦春海，李莉，陈宏伟，刘良军，伍广洪 | 有效 |
| 专利 | 四纹豆象的分子标记序列及检测方法 | 中国 | ZL20151 0587739.1 | 2017.11.21 | 2707967 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 段灿星，朱振东，王晓鸣，孙素丽，李丹丹，武小菲 | 有效 |
| 标准 | 绿豆种质资源描述规范和数据标准 | 中国 | ISBN7-109-11016-8 | 2006.8 | 中国农业出版社 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 程须珍，王素华，王丽侠 | 有效 |

## 七、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** |
| 程须珍 | 1 | 无 | 研究员 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 项目主持，（1）创建抗豆象、叶斑病和抗枯萎病等重要性状鉴定技术，挖掘出优异种质；（2）创建了绿豆种间远缘杂交、化学诱变等种质创制技术体系，创制出一批优异新种质；（3）挖掘抗豆象、抗旱、耐盐等基因，建立分子标记育种技术体系；（4）创新育种技术，通过复合杂交与分子标记相结合的聚合育种技术，聚合多个优异基因，培育出生产上急需突破性绿豆新品种4个；（5）发表相关论文20余篇，出版专著10部，研制标准2项。投入该成果的工作总量占95%。 |
| 王素华 | 2 | 无 | 高级实验师 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 参加（1）创建抗豆象、叶斑病和抗枯萎病等重要性状鉴定技术，挖掘出优异种质；（4）创新育种技术，通过复合杂交与分子标记相结合的聚合育种技术，聚合多个优异基因,培育出生产急需突破性绿豆新品种4个；投入该成果工作总量占90%。 |
| 陈红霖 | 3 | 无 | 助研 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 参加了（1）挖掘抗豆象、抗旱、耐盐等基因，建立分子标记育种技术体系；（4）创新育种技术，通过复合杂交与分子标记相结合的聚合育种技术，聚合多个优异基因，培育出生产上急需突破性绿豆新品种4个；投入该成果工作总量占70%。 |
| 万正煌 | 4 | 无 | 研究员 | 湖北省农业科学院经济作物研究所 | 湖北省农业科学院经济作物研究所 | 参加了（1）创建抗豆象、叶斑病和抗枯萎病等重要性状鉴定技术，挖掘出优异种质；（2）创新优异资源和新种质利用，选育出国内首例高抗豆象、抗叶斑病等优异特性的新品种。投入该成果的工作总量占55%。 |
| 王丽侠 | 5 | 无 | 副研 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 参加了（1）发表相关论文10余篇，出版专著5部，形成标准1项。（1）创建抗豆象、叶斑病和抗枯萎病等重要性状鉴定技术，挖掘出优异种质；（2）创建了绿豆种间远缘杂交、化学诱变等种质创制技术体系，创制出一批优异新种质；（3）挖掘抗豆象、抗旱、耐盐等基因，建立分子标记育种技术体系；（4）创新育种技术，通过复合杂交与分子标记相结合的聚合育种技术，聚合多个优异基因，培育出生产上急需突破性绿豆新品种4个；投入该成果工作总量占50%。 |
| 段灿星 | 6 | 无 | 副研 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 中国农业科学院作物科学研究所 | 参加了（1）创建抗豆象、叶斑病和抗枯萎病等重要性状鉴定技术，挖掘出优异种质；投入该成果的工作总量占30%。 |

## 八、完成人合作关系说明

本项目由中国农业科学院作物科学研究所与湖北省农业科学院两家单位联合申报。针对我国绿豆生产存在的主要问题及各生态区产业特点，组建协作攻关小组，依托国家科技项目，开展资源收集、评价筛选、基因挖掘、新品种等研究，逐渐形成一支稳定的科研队伍。其中，自“八五”以来，本项目所有完成人均参加了由中国农业科学院作物科学研究所（原品种资源研究所）主持的国家“八五”重点科技攻关项目“食用豆资源繁种、编目及农艺性状鉴定”（850010204-3，1991-1995年），联合开展不同省市绿豆资源的收集考察、评价鉴定及入交国家库保存等工作，参与了国家科技支撑计划“出口杂豆品种改良及产业化示范”（2006BAD02B08，2006-2010年），及公益性行业科研专项“食用豆类资源初级核心样本和新品种配套栽培技术研究与集成”（nyhyzx07-017，2007-2010年），现代农业产业技术体系建设“国家食用豆产业技术体系”（nyhyzx07-017，2009-2013年；CARS-09，2011-2015年）等项目工作；其中第1、2完成人还参与了国家自然科学基金“绿豆抗豆象种质遗传与创新研究”（30170635，2002-2004年），第1、2、5完成人参与了国家自然科学基金“绿豆抗豆象基因的精细定位与应用研究”（30871565，2009-2011年），第1、2、3、5完成人参与了国家自然科学基金“基于转录组测序的绿豆抗豆象特异新标记开发及新基因Br2精细定位”（31401442，2015-2017年），共同完成抗豆象种质遗传、创新种质、选育新品种及标记开发和精细定位等工作；所有完成人根据课题的总体研究思路和技术方案，具体承担本省、市所在生态区等绿豆种质资源研究及重要育种性状评价与创新利用研究。详见“食用豆资源繁种、编目及农艺性状鉴定（850010204-3）”、“食用豆类资源初级核心样本和新品种配套栽培技术研究与集成”（nyhyzx07-017）、“国家食用豆产业技术体系”（nycytx-18，CARS-09），“出口杂豆品种改良及产业化示范”（2006BAD02B08）课题任务书参加人员名单与验收报告等（见附件）。