

薏苡遗传育种研究进展

刘 荣,申 刚\*,罗晓青,张显波  
(贵州省亚热带作物研究所,贵州 兴义 562400)

**摘要:**我国现有薏苡品种普遍存在产量低、易倒伏、晚熟、抗病虫性弱等问题,缺乏优质薏苡新品种,严重制约了薏苡生产的发展。因此,从薏苡种质资源、杂交育种、组织培养及倍性育种、人工诱变育种4个方面,综述了近年来薏苡遗传育种的研究现状和进展。针对当前育种存在的问题,应以种质资源为基础,结合常规育种、现代生物技术育种,建立一套完整的选育体系。  
**关键词:**薏苡;遗传育种;种质资源;诱变育种;组织培养  
**中图分类号:**S519      **文献标志码:**A      **文章编号:**1004-3268(2015)03-0001-04

Research Progress on Genetic Breeding of *Coix lacryma-jobi* L.

LIU Rong, SHEN Gang\*, LUO Xiaoqing, ZHANG Xianbo  
(Guizhou Institute of Subtropical Corps, Xingyi 562400, China)

**Abstract:** *Coix lacryma-jobi* L. is an important plant which has eating quality and medicinal values, and has potential for development. However, the seeds production is quite low. Lodging, late maturity, lower resistance to insect pest happened often. Lacking of new variety of higher quality seriously restrict the development of *Coix lacryma-jobi* L. Therefore, from study on germplasm resources, cross-breeding, tissue culture and ploidy breeding of *Coix lacryma-jobi* L., the research status and progress of genetics and breeding were reviewed in recent years. We would establish a complete set of breeding system on the basis of germplasm resources, combined with the conventional breeding and modern biotechnology breeding in view of the current problems of breeding.  
**Key words:** *Coix lacryma-jobi* L.; genetic breeding; germplasm resource; ploidy breeding; tissue culture

薏苡(*Coix lacryma-jobi* L. var. *frumentac*)属于禾本科(Gramineae)薏苡属(*Coix*),又名水玉米、药玉米、六谷子、晚念珠、珍珠米等,为1年生或多年生草本植物<sup>[1]</sup>。薏苡作为一种粮药兼用作物,其薏苡仁食味好且营养丰富,易被人体吸收利用,有利尿、健脾、补肺、祛湿热、消水肿、排脓、止泻等药效。薏苡仁因其具有极高的营养价值和药用价值,被人们称为“世界禾本科植物之王”<sup>[2]</sup>。其次,薏苡还是一种食品加工原料,可用来生产饮料、饼干、姜茶等食品。

从保健、食品加工和制作手工艺品来看,薏苡具有很高的综合利用价值,市场开发前景巨大。  
薏苡属于湿生植物,多生于河边、荒野及阴湿山谷中,其产量受气候影响较大。随着环境和经济的变化,我国薏苡的分布发生巨大变化,野生资源急剧减少,且现有品种普遍存在产量低、易倒伏、晚熟、抗病虫性弱等问题,优质薏苡新品种缺乏,严重制约了薏苡生产的发展,亟需大力开展薏苡的遗传育种研究工作,以推进薏苡种植业的良好发展。为此,就近

收稿日期:2014-08-18  
基金项目:贵州省农业科技攻关项目(黔农科合(创新基金)2012012);贵州省科技厅、贵州省农业科学院联合基金项目(黔科合J字LKN[2013]13、LKN[2013]12);贵州省农业科学院专项资金项目(黔农科院院专项[2014]010)  
作者简介:刘 荣(1986-),女,贵州瓮安人,研究实习员,硕士,主要从事基因工程与分子生物学研究。  
E-mail: gzh0129@163.com  
\* 通讯作者:申 刚(1981-),男,贵州务川人,助理研究员,硕士,主要从事特色资源植物研究。  
E-mail: shg404242595@163.com

年来薏苡的遗传育种研究进展进行了综述,以期对薏苡的遗传育种研究提供参考。

## 1 薏苡种质资源研究

目前报道的薏苡属植物仅有 10 个种。据以往报道,薏苡属有 1 个种(川谷)和 1 个变种(薏苡),川谷为野生种,薏苡为栽培种。《中国植物志》<sup>[3]</sup>中将我国薏苡属分为 5 个种、4 个变种,其中的薏米和台湾薏苡种壳较薄,是食、药两用的主要种类。黄亨履等<sup>[4]</sup>调查收集了 250 余份薏苡种质资源,并将这些资源(散布在 17 个省、市、区)进行整理,从生物学、生态学、品质及农艺性状等方面进行了分析鉴定,将我国各地的薏苡分为南方、长江中下游和北方 3 个生态中心地区,认为我国的薏苡初生中心应为海南、广西、云南、贵州等地,随着薏苡、川谷的逐步北移、驯化、自然选择,形成了长江中下游及北方各省(区)的次生中心。庄体德等<sup>[5]</sup>将收集的我国 12 个省区 18 个居群的薏苡进行田间栽培、杂交试验和细胞学鉴定,根据薏苡属的遗传变异性及核型演化,在原来 1 个种 2 个变种的基础上将我国薏苡分为 3 个种 4 个变种,即(1)小果薏苡(*Coix Puellarum* Balansa)、(2)长果薏苡(*Coix stenocarpa* Balansa)、(3a)薏苡(*Coix lacryma-jobi* L. var. *lacryma-jobi*)、(3b)菩提子(*Coix lacryma-jobi* L. var. *monilifer* Watt.)、(3c)薏米(*Coix lacryma-jobi* L. var. *mayuen* (Roman) Stapf)、(3d)台湾薏苡(*Coix lacryma-jobi* L. var. *formosana*)。李英材等<sup>[6]</sup>将我国薏苡分为 4 个种,即栽培薏苡(*Coix lacryma-jobi* L.)、小果薏苡(*Coix Puellarum* Balansa)、野生薏苡(*Coix agrestis* Lour)和野生薏苡(*Coix aquatica* Roxb),前 2 种为栽培种,后 2 种为野生种。陆平等<sup>[7]</sup>收集了分布于广西的 139 份薏苡种质,首次发现了薏苡属中最原始的水生薏苡种,提出广西薏苡包括 4 个种 8 个变种。陈成斌等<sup>[8]</sup>收集了广西薏苡资源 103 个居群总计 810 份种质材料,其中野生薏苡资源 77 个居群、538 份种质材料,水生薏苡资源 25 个居群、225 份种质材料,日本栽培薏苡资源 17 份种质材料,韩国栽培薏苡资源 30 份种质材料。这些资源包含了许多新的珍稀濒危种质资源,扩大了原有种质资源库,为薏苡种质资源的保存做出了巨大的贡献。

另据中国农业科学院品种资源所对我国薏苡种质资源的调查、整理报道,除宁夏、青海等省未见薏苡外,我国大部分省市均分布有薏苡。受地理环境、气候及栽培条件等因素的影响,我国薏苡种质资源表现出多样性,存在大量的地方品种,如黔西南州的

兴仁县、乾隆县与册亨县种植的薏苡都是地方种。

## 2 薏苡杂交育种研究

川谷植株高大,茎秆粗壮,果实呈球形,壳厚而坚硬,具珧琅质,薏仁大有粳性;薏苡果实椭圆形,壳薄易碎,不具珧琅质,薏仁小有糯性。川谷的适应性、抗风、抗涝、抗病等特性均较薏苡强,且米仁、米壳中总蛋白、总氨基酸含量也优于薏苡。通过杂交可将薏苡和川谷遗传物质进行重组,产生广泛的变异类型,为培育具双亲优良性状的薏苡新品种提供了保障。因此,通过杂交将川谷所拥有的优良基因导入薏苡中,是薏苡新品种培育的有效途径。

由于薏苡具有异花授粉特性,且具总状分枝,因此杂种后代很难进行严格自交。乔亚科等<sup>[9]</sup>从 1989 年开始对薏苡和川谷进行了自交及杂交工作, $F_1$  代在株高、叶面积、长势、光合特性等方面均表现出了杂种优势,却出现花粉败育,且花粉败育率高达 79%。结实率也较低,仅为 28% 左右。杂交后代不稳定,性状分离非常严重,直到  $F_7$  尚未稳定。杜维俊等<sup>[10]</sup>对薏苡属的薏苡与川谷杂交获得的  $F_1$  代及其双亲进行了植物学、农艺学等性状的观察研究,认为反交比正交易获得杂种,川谷的抗性、粒质量等特性在  $F_1$  代中表现出来,且  $F_1$  代在形态特征、生长势及产量等方面均具有比较大优势,但  $F_1$  代表现出一定程度的不育,结实率为 30% ~ 50%。

李贵全等<sup>[11]</sup>报道了薏苡 × 川谷的远缘杂交,经过 8 a 选择和研究,获得了 2 个较稳定的杂交新品系,即 85 - 15、85 - 18,百粒质量分别为 14.4 g、15.9 g,每公顷产量分别为 7 545.0 kg、8 607.0 kg。杂交新品系具有较强的抗黑穗病、叶枯病和耐寒能力。李贵全等<sup>[11]</sup>还发现,按传统育种方法,杂种后代采用母本回交后,川谷的基因更易剔除,原薏苡亲本的性状更易恢复。若改为从  $F_2$  代开始连续采用单株选择和自交的育种方法,则能使各种优良遗传基因在杂种群中得以最大可能的保存,这使各优良基因更有机会在世代推进中因重新组合而形成最优良个体<sup>[11]</sup>。杜维俊等<sup>[10]</sup>将柱头均为白色的薏苡与川谷杂交, $F_1$  代柱头颜色为紫红色, $F_2$  代发生性状分离,出现白色和紫红色柱头株且比例为 9:7,认为薏苡属野生祖先的柱头可能为紫红色,而且柱头紫红色性状可能是由 2 种显性基因的互补作用所决定的,因 2 种显性基因在进化过程中均发生了隐性突变,才出现了 2 种柱头为白色的薏苡类型。曾艳华等<sup>[12]</sup>通过基因组原位杂交(GISH)技术,将四倍体栽培薏苡( $2n = 20$ , AABB)基因组总 DNA 作为探

针,分别对分布于广西的栽培薏苡、野生薏苡和水生薏苡体细胞分裂中期细胞的染色体进行了基因组原位杂交。结果表明,栽培薏苡和野生薏苡染色体均被杂交信号所标记,且标记信号强烈而密集,说明2种薏苡在基因组染色体水平上具有很高的同源性,其中保守重复序列比例很大;栽培薏苡的基因组中有20条染色体的DNA与水生薏苡的基因组DNA高度同源,从而可以推断所供试的水生薏苡是广西六倍体水生薏苡居群中的一种。

王锦亮等<sup>[13]</sup>从1976年开始做水稻与薏苡远缘杂交试验,母本选早熟、矮秆、分蘖多的珍珠矮,该品种适合当地早晚季栽培,父本为当地零星栽培的薏苡,该品种耐涝、抗病、秆粗、根系发达且蛋白质含量高,经3a试验、观察和选择,已选出了初步稳定的糯稻(2号)、籼稻(18号)和粳稻(19号)等几个品种,其中2号、16号和18号的产量均高于珍珠矮(母本)和博罗矮(对照)品种,且2号和16号较母本抗白枯病。张马庆等<sup>[14]</sup>将甲农糯(晚糯)和薏苡(米仁)进行杂交,获得了1粒不太饱满的杂交种子,1980年将甲农糯与靖江早杂交,选育出名为“婆青”的7个品系,其中婪青2号等已于1987年开始在生产上试种并获得成功。Haradc等<sup>[15]</sup>进行了玉米和薏苡的属间杂交,以玉米为父本,薏苡作母本,获得杂种 $F_1$ ,但反交未能获得杂种后代。段桃利等<sup>[16]</sup>采用荧光显微技术,以摩擦禾、薏苡花粉为试验材料,将二者的花粉放在玉米的柱头上,观察其萌发和生长情况。结果表明,摩擦禾花粉粒均能在玉米柱头上萌发,且花粉管能在柱头中伸长生长,最终能到达花柱基部,同时将雄配子送入玉米胚囊内进行受精,说明摩擦禾与玉米的杂交障碍是胚囊不亲和或杂种衰亡而不是杂交不亲和。薏苡花粉粒在玉米柱头上同样能萌发,花粉管也能伸入玉米的花柱,但由于玉米与薏苡杂交存在生殖隔离,因此玉米与薏苡杂交极其困难。研究还表明,玉米与薏苡杂交时,薏苡的花粉管能够到达花柱基部,而川谷的花粉管却在花柱中即停止生长。玉米与薏苡杂交的花粉管异常率高于玉米与摩擦禾杂交花粉管异常率,说明玉米与薏苡的亲缘关系较与摩擦禾远。

### 3 薏苡组织培养及倍性育种研究

贾敬芬等<sup>[17]</sup>以薏苡叶片为外植体进行组织培养获得了再生植株,同时选用幼苗叶片中基部切段作为外植体进行培养,在含2,4-D的培养基上得到了生长良好的愈伤组织,在含低浓度2,4-D和高浓度脯氨酸的培养基上获得了胚状体结构并在适

宜激素条件下可获得再生植株,认为赤霉素对再生植株苗的伸长具有明显的促进作用。周晓丽<sup>[18]</sup>以薏苡胚轴为外植体进行组织培养也获得了再生植株。

李民伟等<sup>[19-20]</sup>分别对薏苡的离体花药、未受精的子房进行了组织培养,均获得了单倍体植株。培养结果表明,对花药培养取单核中期发育状态的花粉效果更好,即雌小穗尚未露出而雄枝梗刚露出约2~3cm时效果最佳。研究还表明,薏苡花粉诱导愈伤组织和绿苗分化的效果因培养基的不同有很大差别,以H培养基效果最好。在对未成熟子房及成熟子房离体培养中,认为在雌蕊花柱尚未露出,而雌小穗念珠状总苞刚露出时,用硫酸纸制成的小袋将雌蕊和雌小穗进行隔离,于5~6d后花柱伸出总苞尖端约1cm时采集子房接种,效果较佳;在H培养基诱导的愈伤组织最多,且未成熟子房诱导的愈伤组织是二倍体时,珠心组织有可能是其来源体。只有成熟子房能产生单倍体植株,且在H培养基上可不经愈伤组织而直接产生正常绿苗。王敬驹等<sup>[21]</sup>观察了薏苡离体花药组培中花粉孢子体的发育途径,认为雄核的发育类型与花粉细胞的分化程度有关,胚状体或愈伤组织是由多细胞团发育而成的,且二者均可进一步发育为成熟植株,但愈伤组织的成株频率较胚状体高,原因是胚状体存在的不正常畸形体较多。研究还发现,用高渗蔗糖溶液短时间预处理花药能够提高诱导率。王敬驹等<sup>[21]</sup>还检测了花粉植株体细胞的染色体,发现来自愈伤组织的花粉植株有单倍体、二倍体及单倍体和二倍体的混倍体,而来自胚状体的花粉植株则只有单倍体。Haradc等<sup>[15]</sup>以薏苡作母本,玉米为父本,获得杂交种 $F_1$ ,将 $F_1$ 用秋水仙素处理获得了四倍体植株且生长繁茂。

### 4 薏苡诱变育种研究

罗登庸等<sup>[22]</sup>对薏苡进行了激光育种研究,结果表明,不同薏苡品种在同种激光器作用下产生的效应不同,如钕玻璃激光器对巴县薏苡有增产效果,对重庆薏苡则没有明显增产效果,但其中照射能量密度为 $30\text{ J/cm}^3$ 的增产幅度高达96%;同一薏苡品种对不同激光器照射的效应也不同,如钕玻璃激光器对重庆薏苡没有增产效果,而 $\text{CO}_2$ 激光器照射对重庆薏苡有增产效果,比对照增产95%。四川省中药研究所于1978年利用 $\text{CO}_2$ 激光器照射巴县薏苡选育出种子增大的良好变异植株,这些变异株种子的长、宽、质量分别比对照增加0.18cm、0.18cm、

39 mg,且通过种子显微切片观测到胚乳细胞变长,淀粉粒变大<sup>[22]</sup>。经 1979—1980 年连续繁殖试验,发现变异性状仍继续保持。为解决薏苡杂交后代株高、易倒伏等问题,Du 等<sup>[23]</sup>经  $^{60}\text{Co}-\gamma$  射线辐照对薏苡和川谷杂交获得的  $F_1$  进行诱变处理,目前已经获得了矮秆、早熟等突变体。沈晓霞<sup>[24]</sup>利用浙江药材生产基地的 3 种本地薏苡种为试验材料,对薏苡进行了  $^{60}\text{Co}-\gamma$  射线诱变育种,选育出了 2 个优质、高产、矮秆薏苡新品系,其产量比当地最高品种高出 10.9% 和 14.1%,千粒质量增加 13.9% 和 15.8%,甘油三油酸酯含量高 6.5% 和 9.6%。

## 5 结论与展望

薏苡不仅营养价值极高,还是一种珍贵的药材,成为备受消费者们青睐的保健作物。随着薏苡优异性状基因的挖掘,特异种质资源的发掘、创新与利用,薏苡遗传育种将有新的突破。随着日益扩大的市场需求,应着力增加薏苡生产的发展后劲,并与相关产业相结合,构成一个“薏苡经济圈”。

目前,国内对薏苡的遗传育种虽有一定的研究,但进行薏苡遗传育种的科研人员相对较少,研究基础十分薄弱,研究成果少,培育出的薏苡新品种类型少,尤其在薏苡的抗病、抗逆性方面的研究非常薄弱。此外,研究方法主要依靠常规的杂交育种方法,将现代生物技术用在薏苡育种上的报道非常少,尤其在分子育种方面未见报道。因此,应该在现有的基础上进一步对我国的薏苡资源全面收集,分类鉴定,筛选优良材料,从众多的地方品种及野生种中发掘抗病基因、抗虫基因、抗逆基因及优质基因,将传统育种方法与现代生物育种方法相结合,大力开展薏苡遗传育种研究。同时加强薏苡育种人才的培养和薏苡育种资金的投入,充分发挥我国丰富薏苡资源的作用,培育出高产、优质的新品种,满足市场的需要。

### 参考文献:

- [1] 高微微,赵杨景,何春年. 我国薏苡属植物种质资源研究概况[J]. 中草药,2006,37(2):293-295.
- [2] 杨继祥. 药用植物栽培学[M]. 北京:农业出版社,1993:284-292.
- [3] 吴征镒,洪德元. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1997.
- [4] 黄亨履,陆平,朱玉兴,等. 中国薏苡的生态型、多样性及利用价值[J]. 作物品种资源,1995(4):4-8.
- [5] 庄体德,潘泽惠,姚欣梅. 薏苡属的遗传变异性及核型演化[J]. 植物资源与环境,1994,3(2):22-24.
- [6] 李英材,覃祖贤. 广西薏苡资源性状分析与分类[J]. 西南农业学报,1995,8(4):109-113.
- [7] 陆平,左志明. 广西水生薏苡种的发现与鉴定[J]. 广西农业科学,1996(1):18-19.
- [8] 陈成斌,梁云涛,徐志健,等. 广西薏苡种质资源考察报告[J]. 西南农业学报,2008,21(3):792-797.
- [9] 乔亚科,李桂兰,高书国,等. 薏苡类型间杂交  $F_2$  代的性状分离[J]. 河北农业技术师范学院学报,1993,7(4):48-51.
- [10] 杜维俊,赵晓明. 薏苡属种间杂种  $F_1$  性状遗传的研究[J]. 山西农业大学学报,1998,18(1):20-23.
- [11] 李贵全,赵晓明. 薏苡 × 川谷远缘杂交的研究[J]. 作物学报,1997,23(1):118-122.
- [12] 曾艳华,谢莉,陈志坚,等. 薏苡不同种质的基因组原位杂交分析[J]. 广西农业科学,2008,39(2):119-124.
- [13] 王锦亮,程治英,蹇明泽. 水稻和薏苡远缘杂交初步小结[J]. 云南农业科技,1982(2):31-32.
- [14] 张马庆,罗佩芬,王祥根. 薏苡稻的选育及其生产上利用情况初报[J]. 种子世界,1990(12):25-26.
- [15] Harada K, Murka M. Studies on the breeding of forage crops. I: On inter generic hybridization between *Zea* and *Coix* [J]. Agric Japanese,1954,6:138-145.
- [16] 段桃利,牟锦毅,唐祈林,等. 玉米与摩擦禾、薏苡的杂交不亲和性[J]. 作物学报,2008,34(9):1656-1661.
- [17] 贾敬芬,林红. 薏苡叶片的组织培养和植株再生[J]. 植物生理学通讯,1995(3):208.
- [18] 周晓丽. 薏苡胚轴培养[J]. 植物生理学通讯,1989(3):38-39.
- [19] 李民伟,张彬. 从薏苡的未授精子房培养出单倍体植株[J]. 遗传,1984,6(3):5-6.
- [20] 李民伟. 薏苡花药培养研究[J]. 植物生理学通讯,1981(3):32-24.
- [21] 王敬驹,朱至清,孙敬三. 薏苡花粉孢子体诱导研究[J]. 植物学报,1984,4(22):25-28.
- [22] 罗登庸,袁群. 薏苡激光育种[J]. 四川激光,1981,2(2):5-6.
- [23] Du Wei jun, Li Gui quan, Zhao Xiao ming. Cytological studies on hybrid  $F_1$  of *C. Lacryma-jobi* L. × *C. Agrestis* Lour [M]. Beijing: China Agriculture Science and Technology Press,2002:469-472.
- [24] 沈晓霞. 浙产地道中药薏苡高产优质新品系选育及配套栽培技术与推广措施研究[D]. 杭州:浙江大学,2007:1-2.