

# 芽用大豆品种遗传改良研究进展

刘红开,康玉凡\*

(中国农业大学农学与生物技术学院,北京,100193)

**摘要:**本文对芽用大豆品种的育种目标、芽用特性的遗传变异、性状改良与技术、后代选择方法、国内外芽用大豆育成品种概况等进行了综述,并展望大豆种质资源芽用特性的鉴定评价与利用、芽用特性的遗传规律研究、品质育种技术综合运用等研究方向的前景,为芽用大豆的品种选育提供文献参考。

**关键词:**芽用大豆;育种目标;遗传变异;选择方法

**中图分类号:**S565.103 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-9084(2011)06-0637-05

## A review of genetic improvement for sprouted soybean

LIU Hong-kai, KANG Yu-fan\*

(China Agricultural University, College of Agronomy and Biotechnology, Beijing 100193, China)

**Abstract:** In this paper, we summarized breeding targets of sprouted soybean as well as its hereditary variation of sprout traits, technologies of genetic improvement, generations selection method, and variety situations both domestic and abroad. We also explored the evaluation and utilization of sprout characteristics on soybean germplasm resources, and the integration of breeding techniques on exploring sprout quality.

**Key words:** Sprouted soybean; Breeding goals; Genetic improvement; Selection method

大豆芽是东南亚地区传统的大众蔬菜<sup>[1]</sup>,因其营养丰富和具有良好的保健功能而越来越受到人们的青睐。需求的增长,推动了大豆芽产业的快速发展。目前,日本率先启动了豆芽工厂化生产;我国工厂化、规模化、机械化和自动化的芽菜生产方式也正逐步替代传统生产方式,并在北京、上海、南京、杭州、青岛等大中城市快速发展;韩国、美国以及西欧国家也逐渐开始推广工厂化豆芽生产,从而促使国际豆芽产业的形成<sup>[2]</sup>。我国大豆芽专用品种选育工作比较薄弱<sup>[3]</sup>,已成为制约我国现代芽菜产业发展的重要因素之一。因此在高产、优质、多抗品种选育的基础上,加快大豆芽用性状的研究和芽用大豆品种的选育,是大豆遗传育种的一个重要方向。

## 1 芽用大豆品种的遗传改良

### 1.1 芽用大豆专用品种的育种目标

一个好的芽用大豆专用品种,除了具备高产、优

质、多抗等品质外,还须具备豆芽产量高、生长快、发芽率高、水分吸收速率高、味道佳等特点<sup>[4-6]</sup>,研究原料大豆籽粒的质量性状、营养品质与豆芽芽用特性之间的关系具有一定的实践意义。

国内外研究显示,大豆芽产量与原料豆的百粒重呈极显著负相关<sup>[3,7-10]</sup>,生产中选育芽用大豆时,应选育小粒或中小粒大豆品种,这一点已达成共识并在育种过程中得到实施<sup>[4,5,7,8,11-13]</sup>,但百粒重量化指标没有统一。关于适合做豆芽用的大豆百粒重的报道有12g以下<sup>[4-11]</sup>、11~15g<sup>[12]</sup>、小于10g<sup>[5]</sup>和12~15g<sup>[14]</sup>;根据豆芽生产商的产品定位而确认不同粒型芽用大豆的芽用特点尚有待进一步研究。

为了迎合消费者的健康理念,豆芽需具备高蛋白、低脂肪、高异黄酮等优良营养保健品质的特点,而其中有些成分与大豆的芽用特性是相关的。肖伶俐、聂智星等研究表明,种子粗蛋白质含量与豆芽下胚轴直径呈显著负相关,种子粗脂肪含量与豆芽下

收稿日期:2011-06-12

基金项目:国家现代农业产业技术体系专项资金(CARS-09)

作者简介:刘红开(1985-),男,硕士研究生,研究方向为大豆遗传育种

\*通讯作者:康玉凡,女,教授,博士,主要从事豆类芽豆种质资源评价、食用豆加工、现代芽菜产业发展的理论与技术等方面的教学和研究工作

胚轴直径呈显著正相关,种子粗纤维含量与大豆芽产量亦呈显著正相关,而其与下胚轴长呈显著负相关<sup>[3,10]</sup>。

国内学者研究认为,小粒大豆品种较大粒大豆品种蛋白质含量高、脂肪含量低、还原糖含量高、粗纤维含量高,亚油酸含量较高、亚油酸与亚麻酸配比合适<sup>[15]</sup>,使得小粒大豆成为芽用大豆最理想的材料。因此,制定芽用大豆新品种选育目标时,可把小粒作为芽用大豆选育的第一指标。芽用大豆新品种选育的初步目标可定为粒小、百粒重 15g 以下,蛋白质含量高,脂肪含量低,可食纤维含量高。芽用大豆新品种选育目标也将随着研究的不断深入而精细定位为包括若干个指标的指标体系。

### 1.2 大豆品种芽用特性的遗传变异

国内外学者对大豆品种芽用特性的遗传进行了研究。Kwon 等<sup>[7]</sup>和 kim 等<sup>[8]</sup>研究发现豆芽产量、芽长和种子成芽率在大豆种质资源间存在丰富的遗传变异。Lee 等<sup>[9]</sup>利用豆芽用品种 Pureunkong 与普通品种 jinpumkong2 杂交 F<sub>2</sub> 衍生家系群体研究发现,在家系间豆芽产量存在丰富的遗传变异,豆芽产出比分布在 3.7~6.3,平均值为 4.5;百粒重分布在 11.3~23.7g,平均值为 18.4g;芽长分布在 8.7~12.4cm,平均值为 10.2cm;成芽率分布在 66%~97%,平均值为 85.6%。贲永青<sup>[16]</sup>对 206 份大豆品种(系)进行研究,种质资源中豆芽产出比分布在 0.91~6.369,平均值为 3.479;百粒重分布在 6.03~29.099g,平均值为 16.069g;芽长分布在 6.05~16.37cm,平均值为 9.80cm;成芽率分布在 65.90%~88.72%,平均值为 75.80%;发现豆芽产量、芽长和成芽率 3 个性状在资源间均达到极显著差异水平。可见,大豆芽用特性在大豆种质资源间存在丰富的遗传变异。在当前芽用品种很少的情况下,芽用大豆种质资源的筛选和鉴定可作为芽用大豆品种选育工作的一个重要部分,一是可以选择好的品种供生产上利用,二是为芽用大豆选育提供亲本材料。

### 1.3 芽用大豆品种遗传改良的性状与技术

传统芽用大豆品种存在产量低、易倒伏、易炸荚和易感病等缺陷,对这些品种进行改良或选育优良多抗芽用大豆品种具有重要实践意义。据目前研究结果,芽用大豆是小粒、高蛋白、低脂肪的大豆。芽用大豆的选育,可以借鉴小粒大豆、纳豆的育种技术。利用杂交培育小粒大豆的技术已比较成熟,而利用现代生物技术对芽用大豆进行品种遗传改良尚处于探索阶段。

利用野生大豆的小粒特性选育小粒芽用大豆品

种的育种技术比较完善。实践中多选用植株较矮、百粒重较大、优质丰产主茎型、有限或亚有限的栽培大豆作母本,选择植株较矮、百粒重相对较大、蛋白质含量较高的早熟野生或半野生大豆作父本,以利于降低杂种后代的株高,克服野生大豆蔓生和倒伏的不良性状,选择产量高、性状好的单株。龙小粒豆一号就是由此方法选育而来<sup>[17~19]</sup>。利用小粒、高蛋白、低脂肪、农艺性状优良的亲本杂交,也是获得芽用大豆品种的有效方式。

诱变育种技术,具有缩短育种年限,提高突变频率和创造新的基因型等特点,有助于加快芽用大豆品种的选育,可对存在个别缺陷的芽用大豆品种或者优质丰产的栽培大豆品种进行改良。实践证明,诱变对大豆百粒重、蛋白质含量、脂肪含量、脂肪酸组成等性状有改良作用<sup>[20~26]</sup>。如彭琳<sup>[27]</sup>等利用氮离子束处理大豆,发现后代百粒重均比未处理时明显提高;郭玉虹等<sup>[20]</sup>采用<sup>60</sup>Co- $\gamma$ 射线和热中子等核技术以及 EMS、NaN<sub>3</sub>等化学诱变剂处理,选育出蛋白质含量分别是 47.160%、47.102%、47.153%的 903525、903526、903527 高蛋白突变系。因此,利用诱变技术可以选育优良的芽用大豆品种和获得好的种质材料。

分子标记辅助选择是随着现代分子生物学技术的迅速发展而产生的新技术,它可以从分子水平上快速准确地分析个体的遗传组成,从而实现对基因型的直接选择,进行分子育种。Lee 等<sup>[9]</sup>对大豆芽的芽用性状,如发芽率、下胚轴长度等进行了 QTL 分析,比较发现控制豆芽产量的 4 个 QTL 与控制籽粒重的 QTL 位于连锁群的相同位置,同时分别检测到 3 个与胚轴长度有关的分子标记和 3 个与异常苗百分率有关的分子标记,为芽用大豆的分子标记辅助选择育种提供参考。

芽用大豆的品种选育正处于一个初级阶段,育种技术还不完善。要想培育出农艺性状好,大豆产量高、豆芽产量高和品质好的优良芽用大豆品种,可探索利用细胞与组织培养、体细胞杂交与转基因等高新育种技术,同时与传统的育种技术相结合的方法,以提高育种效率。

### 1.4 芽用大豆后代选择方法研究

由于种子百粒重、蛋白质含量、脂肪含量等具有较高的遗传力<sup>[28~30]</sup>,这就使早代选择芽用品种的好材料成为可能。近红外光谱分析技术的发展,使这种可能成为了现实。近红外光谱分析技术可以在不损坏籽粒的前提下,对籽粒的蛋白质、脂肪含量等进行测定。在后期世代,可以通过产量鉴定与芽用大

豆加工品质测试同步进行,从而选出优良的芽用大豆品种。

实验室小样品生产分析技术可以利用少量的样品对大豆的芽用特性进行评价。Lee 等<sup>[31]</sup>利用琼脂培养法,使用 20 粒种子就可以鉴定出大豆的芽用特性。贲永青<sup>[16]</sup>利用豆芽机培育大豆芽,发现检测豆芽芽用特性的大豆最少用量为 5g。

## 2 国内外芽用大豆育成品种及特性

### 2.1 中国芽用大豆育成品种及特性

20 世纪 80 年代初,我国部分科研院校投入研究力量,先后育成一批小粒大豆品种,并在外贸出口中发挥了作用,但这些品种存在秆软易倒伏、炸荚、加工品质欠佳等弱点<sup>[19]</sup>。我国芽用大豆品种的选育还处于初级阶段,用于生产豆芽的大豆品种可包括不同大小、粒型、粒色的品种,豆芽用品种选育工作还有待加强<sup>[32]</sup>。已育出的芽豆和纳豆兼用的品种有龙品 9881<sup>[33]</sup>、绥小粒豆 1 号<sup>[34]</sup>、吉林小粒 6 号<sup>[35]</sup>、吉林小粒 7 号<sup>[36]</sup>、吉林小粒 8 号<sup>[37]</sup>、吉育 101<sup>[38]</sup>、吉育 102<sup>[39]</sup>、龙小粒豆 1 号<sup>[19]</sup>、龙小粒豆 2 号<sup>[40]</sup>等。这些品种多是 21 世纪育成的,百粒重集中在 8~12g,除了龙品 9881 外,都属于高蛋白和低脂肪品种,基本上达到了芽用大豆品种的要求。在抗大豆花叶病毒病、大豆灰斑病、大豆褐斑病、霜霉病、抗细菌性斑点病和抗大豆食心虫等病虫害,抗旱涝等自然灾害方面较以往品种有了极大改善。从分布区域来看,这些品种多为东北地区培育,为芽用大豆的规模化种植创造了条件。但这些品种适应种植区域太窄,没有被我国大多数生产豆芽的厂家所采用,目前我国大多数生产豆芽的厂家采用的是易炸荚的小金黄。

### 2.2 国外芽用大豆育成品种及特性

韩国十分重视适于芽用大豆的品种选育,是进行芽用大豆品种选育和研究较多的国家。一般用于豆芽生产的品种要求百粒重 10g 左右、发芽率高、豆芽生长快、芽长,同时要求脂肪含量低,蛋白质和碳水化合物含量高,味道佳,色泽黄而有光泽,耐贮藏。韩国已育成 Pureunkong、Myeongju - namulkong、Ik-sannamulkong、Pungsan - namulkong、白泉、放射、八达、银河、南海、短叶、蛋白、广安等一批适合豆芽生产的大豆高产新品种,其中八达、银河等品种产量较高、推广面积较大<sup>[6,12]</sup>。此外,20 世纪 80 年代前,美国、日本、加拿大就有小粒大豆专用品种,但粒型扁椭圆、加工品质不佳。针对日本、韩国、中国台湾市场,美国又育成 Ill、II2、Mercury、Minnatto 等豆芽

和纳豆兼用的大豆专用品种<sup>[6]</sup>。

## 3 展望

### 3.1 芽用大豆性状鉴定评价体系

优良芽用大豆品种是生产出产量高、品质好和口感好豆芽的基础。而豆芽的产量、品质、口感与种子性状有着很大的联系。需研究大豆种子特性与豆芽芽用特性之间的相关性,并对与豆芽芽用特性相关的种子特性指标进行主成分分析,建立影响豆芽产量的种子特性模型;研究豆芽品质指标与大豆品质指标之间的相关性,满足人们日益增长对营养品质的要求;建立豆芽感官评价方法,研究大豆种子特性与豆芽感官特性之间的相关性,确立影响人们感官的大豆种子特性。然后再根据豆芽的产量、品质、口感设立合理权重,确立相应的种子性状权重,建立科学实用的芽用大豆鉴定评价体系,确立芽用大豆的育种目标。

### 3.2 芽用大豆种质资源研究和品种的遗传改良

目前,中国大豆产业面临着巨大的挑战,美国拥有进口大豆定价权,外资全面控盘,并威胁中国大豆下游产业及其产业链;加强芽用大豆品种改良选育及应用研究,以多种途径振兴我国大豆产业<sup>[41,42]</sup>,是促进农民增收,提高我国大豆产业竞争力的重要举措。目前,我国东北地区芽用大豆育种已有一定基础,政府部门、科研院所等应重视芽用大豆的遗传改良及推广,为我国及亚洲地区的传统豆芽食品提供专用优质的原料豆,以满足芽菜市场发展的需求。

芽用大豆种质资源是利用和改良芽用大豆的物质基础,是实施各个育种途径的原材料。在我国芽用大豆品种缺少的情况下,对芽用大豆种质资源研究尤为重要。应注重收集整理国内外中小粒、小粒大豆种质资源并进行芽用特性鉴定评价与筛选,以便利用;利用形态学标记、细胞学标记、生化标记和 DNA 分子标记等研究芽用大豆种质资源的遗传多样性,并在此基础上建立我国芽用大豆的核心种质;利用理化诱变及基因工程技术等与传统选育方法相结合来创新芽用大豆种质。

将常规育种和基因工程育种、分子标记辅助选择等育种技术有效结合起来,探索和发展适合芽用大豆的遗传改良技术,并在此基础上选育优良的芽用大豆品种。随着人们生活水平的不断提高,人们对食品营养品质的要求越来越高,应突出芽用大豆的品质改良,重视高异黄酮含量、高皂甙含量、可食纤维等性状的遗传改良。在了解影响大豆芽用特性的种子性状遗传规律的基础之上,发展近红外光谱

分析技术、小样品琼脂分析法等各种选择技术,以便快速有效地选择芽用大豆,缩短育种年限。

### 参考文献:

- [1] 盖钧镒,高忠. 豆类治百病[M]. 南京:河海大学出版社,1995.
- [2] 罗珊,康玉凡,濮绍京. 黑河地区55份大豆品种资源农艺性状和营养成分的聚类分析[J]. 大豆科学,2009,28(3):421-425.
- [3] 肖伶俐,康玉凡,陶礼明. 不同大豆品种芽用特性比较[J]. 大豆科学,2008,27(6):955-959.
- [4] 宋启建. 韩国大豆的生产、利用及品质改良育种[J]. 大豆科学,1999,18(1):89-91.
- [5] 刘珊珊,秦智伟,刘宏宇. 大豆加工品质育种的发展状况[J]. 大豆科学,2002,21(2):138-143.
- [6] 花登峰,赵团结,张黎萍. 小粒专用大豆品种遗传改良研究进展[J]. 杂粮作物,2005,25(5):311-313.
- [7] Kwon S H, Lee Y I, Kim J R. Evaluation of important sprouting characteristics of edible soybean sprout cultivars[J]. Korean J Breed,1981,13:202-206.
- [8] Kim Y H, Kim S D, Hong E H. Characteristics of soy sprouts cultivated with soybeans for sprout[J]. Rural Dev Admin J Agri Sci(Upland and Industrial Crops),1994,36:107-112.
- [9] Lee S H, Park K Y, Lee H S. Genetic mapping of QTLs conditioning sprout yield and quality[J]. Theor Appl Genet,2001,103:702-709.
- [10] 聂智星,吴小园,张黎萍. 大豆种质发芽特性和籽粒形态的遗传变异与相关分析[J]. 安徽农业科学,2008,36(9):3586-3588,3598.
- [11] Kwon S H, Im K H, Kim J R. Studies on diversity of seed weight in Korean soybean land races and wild soybean[J]. Korean J Bread,1972,4:70-74.
- [12] 常汝镇,邱丽娟,许占友. 国内外大豆科研现状及走势(续一)[J]. 大豆通报,2004(1):28-29.
- [13] 郑伟. 小粒大豆新品种筛选试验[J]. 中国种业,2007(11):58-59.
- [14] 郭泰,王志新,吴秀红. 国外大豆资源利用与小粒大豆品种创新[J]. 中国农学通报,2009,25(22):306-310.
- [15] 蔚荣海,雷籽耘,李羨宏,等. 吉林省小粒大豆与大粒大豆某些品质性状的比较研究[J]. 吉林农业大学学报,1998,20(3):12-16.
- [16] 贲永青. 大豆豆芽的小样品分析、种质筛选及其遗传规律研究[D]. 南京:南京农业大学,2008.
- [17] LeRoy A R, Fehr W R, Cianzio S R. Introgression of genes for small seed size from *Glycine soja* into *G. max* [J]. Crop Science,1991,31(3):693-697.
- [18] 杨光宇. 东北地区野生、半野生大豆在大豆育种中利用研究进展[J]. 大豆科学,1997,16(3):259-263.
- [19] 林红,来永才,齐宁. 大豆种间杂交新品种龙小粒豆一号的选育[J]. 中国油料作物学报,2003,25(4):44-46.
- [20] 郭玉虹,王培英,许德春. 诱变改良大豆蛋白质含量的研究[J]. 大豆通报,2005(6):11,13.
- [21] Manjaya J G, Suseelan K N, Gopalakrishna T. Radiation induced variability of seed storage proteins in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill][J]. Food Chemistry,2007,100:1324-1327.
- [22] Addai I K, Safo-Kantanka O. Effect of  $^{60}\text{Co}$  gamma irradiation on storability of soybean seed[J]. Asian Journal of Plant Sciences,2006,5(2):221-225.
- [23] 王培英,许德春,郭玉虹.  $\gamma$ 射线辐照大豆花期植株的诱变效应[J]. 核农学报,1989(增):1-4.
- [24] 陈学珍,谢皓,贺美俊.  $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照处理后大豆  $M_2$ 、 $M_4$ 农艺性状的遗传变异研究[J]. 分子植物育种,2003,1(5):641-647.
- [25] 王连铮,王岚,赵荣娟. 大豆辐射育种的某些研究[J]. 中国油料作物学报,2001,23(2):1-5.
- [26] 薛战超,彭琳,季良.  $^{60}\text{Co}-\gamma$ 射线辐照处理大豆  $M_4$ 代性状遗传变异的研究[J]. 新疆农业科学,2008,45(4):600-603.
- [27] 彭琳,季良. 氮离子束注入和钴60伽玛辐射对大豆生物学效应研究初报[J]. 安徽农业科学,2009,37(14):6399-6402.
- [28] Cho Y, Scott R A. Combining ability of seed vigor and seed yield in soybean[J]. Euphytica,2000,112:145-150.
- [29] 李新海,王金陵,杨庆凯. 种粒大小选择对大豆种间杂交后代性状的影响[J]. 华北农学报,1999,14(1):63-67.
- [30] 李文滨,杨庆凯,王金陵. 大豆品种间与种间杂种后代农艺性状遗传的比较研究[J]. 大豆科学,1986,5(4):265-274.
- [31] Lee J D, Jeong Y S, Hwang Y H. A simple method for evaluation of sprout characters in soybean[J]. Euphytica,2007,153:171-180.
- [32] 罗珊. 黑河地区55份大豆品种材料芽用特性的鉴定及评价[D]. 北京:中国农业大学,2009.
- [33] 林红,姚振纯,齐宁. 特用大豆选育新进展[J]. 黑龙江农业科学,2002(2):45-46.
- [34] 付春旭,陈维元,姜成喜. 高蛋白大豆矮小粒豆1号的选育及栽培技术[J]. 大豆通报,2003(6):14.
- [35] 杨光宇,王洋,马晓萍. 小粒大豆新品种吉林小粒6号选育报告[J]. 中国农业信息,2008(4):19.
- [36] 杨光宇,王洋,马晓萍. 出口专用大豆新品种吉林小粒7号选育报告[J]. 吉林农业科学,2005,30(5):24-25.

- [37] 王 洋,马晓萍,王英男.小粒大豆新品种吉林小粒8号选育报告[J].中国农业信息,2008(4):20.
- [38] 马晓萍,杨光宇,王 洋.绿皮、绿子叶小粒大豆新品种吉育102的选育与应用[J].作物研究,2007(3):370,377.
- [39] 杨光宇,王 洋,马晓萍.高蛋白大豆新品种吉育101号的选育与栽培技术[J].大豆通报,2008(2):45-46.
- [40] 刘广阳,齐 宁,林 红.高可溶糖含量大豆新品种龙小粒豆2号选育[J].大豆科技,2008(5):46-47.
- [41] 盖钧镒,赵晋铭,蒋慕东.中国大豆产业面临的挑战和科技发展任务[J].农产品加工,2009(11):32-37.
- [42] 周 霞,朱顺达,徐正浩.中国大豆危机的成因与复兴对策[J].中国农学通报,2008,24(10):126-132.