

大豆品种生育期分类的研究进展

贾鸿昌, 闫洪睿, 张雷, 鹿文成, 梁吉利, 韩德志

(黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164300)

摘要:大豆是重要的油料作物和粮食作物,在世界各地广泛分布。由于大豆单一品种适应范围较窄,需要有各种类型的品种来适应不同的生态条件。所以,对这些类型丰富、数量众多的品种进行合理分类是提高其应用效率的重要课题。根据生育期进行分类是大豆分类的主要方法,北美生育期组已成为国际通用的生育期分类标准。这种方法对一熟制产区非常适用,但对不同播季的大豆生育期比较是非常困难的。我国大豆种植制度复杂,国内学者进行了大量反映我国大豆品种分布特点的区划研究,但缺乏区域间品种生育期比较标准。随着国际交流的深入,越来越需要有既能反映国内品种分布特点又能和国际接轨的分类方法,国内学者由此做了一些相关研究,为国际交流提供了便利。随着分子生物学的发展,未来可能根据大豆生育期基因类型建立更具有稳定性的分类标准。

关键词:大豆;生育期;分类

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-9841(2013)02-0271-05

Recent Advances in Soybean Varieties Classification Based on Growth Period

JIA Hong-chang, YAN Hong-rui, ZHANG Lei, LU Wen-cheng, LIANG Ji-li, HAN De-zhi

Abstract: As an important oil and grain crops, soybean widely distributed all over the world. Because single soybean variety adapt to a narrow range of latitudes, various types of varieties were required to suit different ecological conditions. Therefore, it is important topic to reasonably classify these varieties into different groups so as to increase their use efficiency. Classification of soybean based on character of growth period is the main method. Maturity group (MG) suggested by American is a similar method and becomes an international standard because of accuracy and convenient operation. The sowing dates is various among producing areas in China. Domestic scholars have determined a lot of soybean regionalization research and describe relative maturity on a local basis, but it has not been successful in describing relative maturity over different sowing date. However, with the frequent international exchange, it is of vital importance to establish a common method not only can describe the feature of the distribution of soybean varieties in China but also connect to international general standard. Along with the development of molecular biology, a more stable soybean growth period classification standard may be build depending on the genes regulating soybean maturity.

Key words: Soybean; Growth period; Classification

大豆是人类油脂的主要来源,也是具有保健功能的优质植物蛋白来源^[1],已经成为世界各地广泛种植的重要粮食作物和经济作物。大豆属于典型的短日照作物^[2-3],单一品种适应的纬度范围很窄^[4],在不同的大豆产区,都有与之相适应的生态类型。所以品种分类是受到广泛关注的重要课题,也是提高品种应用效率的有效途径,而根据生育期分类是大豆分类的最主要方法^[5]。各国学者针对大豆的生育期性状作了大量分类研究,对当地的大豆生产起到了很大的推动作用。现对以往大豆生育期分类研究作一综述,以期为相关研究提供参考。

1 国际通用标准的发展及应用

目前国际通用的大豆生育期分类方法是北美

大豆生育期组 (maturity group, MG), 其研究主要得益于 U. S. Regional Soybean Laboratory 的建立^[6]。从 1938 年开始对美国北部各州大豆品种进行系统的生育期分类,最初只分为早、中、晚熟 3 组,后来随着大豆面积的扩大,品种数量和熟期类型也迅速增加,简单的定性分组不能满足生产需求。1944 年由 Carter 等根据各大豆品种在 Urbana 自然条件下的生育期表现,将美国大豆品种划分为 I ~ VII 组,到 1949 年增加了更南部的鉴定地点 Stoneville,由 Hartig 等人负责鉴定 V 组及更晚熟品种。随着育种的发展,出现了比 I 组标准品种更早熟的品种被划分为 0 组、00 组,同时更晚熟的品种不断涌现,被划分为 VIII ~ X 组,各地品种在当地与标准品种初步判断生育期组后,送到相应的鉴定地点进行详细分组,并定期向全国发布。1973 年 Hartwig^[7]对各个

收稿日期:2013-02-25
基金项目:黑龙江省农业科技创新工程。
第一作者简介:贾鸿昌(1980-),男,硕士,助理研究员,主要从事大豆遗传育种工作。E-mail:jiahongchang@yahoo.com.cn。

生育期组的地理分布进行修订,同年,加拿大育成比00组更早熟品种,划分为000组,北美洲共分为000~X共13个生育期组。张凌霄^[8]利用1998~2003年来自139个美国区域试验试点的数据,对各个生育期组品种在美国大陆的具体分布进行修正,发现0~Ⅲ组的分布区域几乎没有变化,Ⅳ~Ⅵ组分布区域比之前变得更宽,以前Ⅶ、Ⅷ组为美国大豆的主产区域,但现在的种植已经很有限了。并利用GIS软件将各组分布区域绘制成图,为美国大豆品种布局提供了更直观、可靠的依据。该分组方法具有准确、快捷、易于操作等优点,被其他大豆主产国广泛接受,陆续采用这种方法对本国推广的大豆品种进行分组。

日本是有较长大豆种植历史的国家,各地都有适宜的大豆品种,松本友记将日本品种分为夏大豆、秋大豆和中间型3种类型^[6],其分类的指标是品种适宜的播种季节,所提及的夏、秋大豆分别与中国的春、夏大豆相当,中间型介于春、夏大豆之间,这种分类方法类似于中国的栽培区划,先分为不同地域再根据生育期长短分为早、中、晚熟等类型;永田忠男^[9]以开花促进率为指标对日本大豆进行分类,共分为8个生态类型。桥本^[10]引用北美生育期组划分方法,将日本大豆分为0~Ⅶ组8个生育期组,并明确了各生育期组品种的地理分布,得到了国内学者的认可而被广泛应用。

巴西大豆种植始于20世纪50年代,1970年以后得到较大发展^[11],在发展大豆的初期,利用的多为美国的品种和生产技术^[12]。但巴西国内育种及相关服务体系发展迅速,到20世纪后期,巴西大豆生产上65%以上品种由本国选育^[13],但生育期分类沿用北美分类方法。Luís^[14]采用适宜在巴西中西部和南部种植的88份材料,生育期类型包括Ⅵ~Ⅷ组,于11月15日前分别播种在15个试验地点,利用回归分析比较了巴西各产区地理、地貌、环境与基因型互作对大豆生育期的影响,认为根据与大豆生育期相关基因的类型进行分类,才是能广泛适应各种环境条件的生育期组分组方法。

阿根廷是世界第三大大豆主产国^[15],早期从美国中部和南部各州引进大豆品种,陆续保存了一部分属于Ⅱ~Ⅸ组的种质资源,推广的品种属于Ⅲ组下限到Ⅷ组上限^[16]。

北美生育期组为大豆的生育期比较提供了统一比较标准,尤其适用于一熟制大豆产区,成为国

际通用的标准^[6,17-18],对世界大豆生产产生了深远影响。

2 国内区划研究

我国是栽培大豆的发源地,地域分布广泛^[19],品种的生育期遗传变异丰富,种植制度复杂。简单的根据生育期长短进行分组不能反映中国大豆的分布特点。根据国内大豆品种的分布特点,我国学者进行了大量反映中国大豆分布特点的区划研究。

大豆的区划研究可概括为3类。一类是栽培区划研究^[20-24],主要依据是大豆的复种制度和播种季节。王金陵^[20]分析了我国各地的气候条件和大豆所占比例,把全国分为5个栽培区域。吕世霖等^[21]提出了3大区、10亚区的划分方案;卜慕华等^[22]提出类似的分区方案,只是区域命名和亚区的划分略有差异。盖钧镒^[23]对吕世霖、卜慕华等的研究作了进一步完善。石川正示等以公主岭的大豆生育期为指标,把我国东北地区大豆品种分为6个生育期组^[24]。周新安等^[25]根据播种季节和生育期数据,对入编《中国大豆品种资源目录》的22637份大豆品种进行了栽培区域和生态类型的划分,把我国分为三大栽培区域,把生产上推广的大豆品种分为32个生育期类型。路琴华等^[26]利用来自我国不同纬度和不同进化类型的品种,在公主岭自然温度条件下进行13.5h的光周期处理,根据光温综合规律,将供试品种划分7个生态类型。汪越胜^[27]在卜慕华等提出的栽培区划基础上,对南方多熟制大豆产区进一步划分,将全国分为6个栽培区10个亚区,并对各区域品种的生育期组分布作了归纳。

另一类是气候区划研究,主要参考要素是积温、水分及日照长度等气候条件^[28]。有代表性的研究是潘铁夫^[29]以热量作为划分大豆气候带的指标,以湿润系数和其它气象要素作为划分大豆气候区的指标,结合大豆的种植制度以及分布现状,将全国大豆分为6个气候带和20个气候区,全面概括了我国大豆生产及分布状况,对各地气候条件进行了评价,对指导大豆品种的布局具有重要意义。

第三类是生态区划^[19,28],主要依据是地理位置和气候条件、播种季节、生育期组归属及对光照、温度的反应特点等因素。盖钧镒等^[28]选用全国各地256份代表品种,根据各品种的生育期反映出的光温特性将我国大豆分为6个栽培区,并在其中3个区内进一步划分亚区,分析了生态区划与栽培区划

概念的联系和区别,并将品种的生育期组归属作为区域划分的指标,与国际通用的生育期分类研究起到了桥接作用;汪越胜^[30]对卜慕华等^[22,24]栽培区划又一次修正,阐明生态区划就是对大豆生长生态条件和生态类型的区划,与以往栽培区划有相同的基础,故提出其修正的栽培区划即为生态区划,并将各生态区品种进行了生育期组归属,提出了各区品种的生育期类型。

上述大豆区域划分研究,先是根据影响大豆生育期的主要因素进行分区,然后再分为早、中、晚熟等不同生育期类型。这种区划研究能使人们迅速掌握区域特点^[28],可为本区域大豆育种目标的确立和品种布局都提供可靠依据,突出体现了不同区域各自的特点,但是各区域间缺乏统一的生育期比较标准,不利于跨区引种工作和学术交流。

3 国内生育期组研究现状

我国学者曾直接以大豆生育期和光温反应特性等指标,对国内大豆品种生育期分类进行了一些尝试。王金陵等^[5]以全国 24 份代表品种为材料,根据供试品种对短日照反应的强弱,将我国大豆品种划分为极早熟至极晚熟 7 个生育期类型,同时阐明了各类型适宜种植的区域和代表品种,但仅是定性的分类,缺乏数量标准;马育华等^[31]根据生育期长短等生态性状,将来自江淮下游地区的 281 份品种,分为 17 个生态类型;王国勋^[32]根据来自全国各地的 80 份大豆品种在武汉春播条件下的生育期长短、生育前期日数、结合原产地纬度等因素,把代表品种按照相等距离划分为 12 个生育期类型和 44 个群,并阐明“群”是我国大豆生育期分组的基本单位;任全兴等^[33]用来自全国的 72 个代表品种,通过在南京进行分期播种模拟春、夏、秋 3 种播种类型,根据不同播季生育期的平均值、播季间生育期的标准差和光温回归系数等指标分析了各个播季类型的生育期生态特性,将全国大豆品种等间距地分为 9 组 18 个生育期类型;汪越胜等^[30]按照任全兴的方法着重对南方品种进行划分,将供试的 121 份品种分为 8 组 21 个类型;郝耕等^[34]对 1980~1982 年全国大豆生态试验 28 个试验点的数据进行分析,根据参试的 96 份材料在不同地区的播期和全生育期的资料,将全国大豆品种分为 12 个生育期组,确定代号为 C1~C12,并提出 5 个标准鉴定地点和新品种归入生育期组的方法。该方法主要根据大豆

春播条件的生育期表现,有利于反映大豆生育期生态性状品种间的差异,但只是等间距的进行分组,没有指出分组的具体依据。

以上的生育期分类研究,在一定程度上可以反映当时大豆品种分布的特点,对生产有相当的促进作用。但多数研究选用的材料数量较少,且所代表的地区各有侧重,不能全面反映国内品种分布特点;这些研究的分类方法和分类依据各异,没有互相衔接形成统一的分类方法,而且多数只是定性或是等间距分组,没有提出科学可靠的分组依据。无论是区划研究还是国内早期的生育期组分类,都只能着重反映某一类域内的大豆品种分布特点,对于跨区域的交流和比较显现出很大的不足,所以,国内缺乏统一的生育期分类标准,更难以与国际接轨,随着国内大豆产业的发展和国内外交流的日益加深,越来越需要有一种能反映国内大豆分布特点又能与国际接轨的统一的分组方法。盖钧镒等^[18]以 48 份北美大豆生育期组标准品种为参照,根据 256 份国内代表品种的生育期和生育期结构表现,将中国大豆品种划分为 MG000~IX 共 12 个生育期组,并根据生育前期的长短对 MG0~III 组进行了亚组的划分,共分为 12 组 16 个生育期类型。这种方法与前人研究相比可以作为我国大豆品种生育期分类的统一方法,也可以成为中国大豆品种分类的主要方法。吴存祥等^[35]以同样的方法,根据多个地点的试验数据把国家区域试验的对照归属到不同生育期组,确立了一批国内标准品种,对拟定参试品种的生育期组归属提供平台和依据,可对待审定品种的应用范围进行全面的判断,提高了品种的应用效率。

4 结 语

大豆生育期是影响品种分布的主要生态性状,生育期分类是指导品种布局、促进大豆生产的重要工作,国内外学者对此做了大量研究,也发挥了重要作用。国内区域划分研究依据影响大豆生育期的主要因素,分为各具特点的区域,然后再分为不同生育期类型,从早期根据气候条件等简单定性分析到以品种试验数据为佐证,所考虑的影响大豆生育期的生态因素越来越全面,这类研究便于掌握区域特点,但不利于区域间的资源交流和比较。早期的生育期组研究的分类方法和依据各异,不能相互衔接形成统一方法。北美生育期组综合考虑了生

态因素对生育期的影响^[14],为当地大豆品种生育期比较提供了统一标准,提高了品种的应用效率,促进了大豆产业的发展,被其他大豆主产国普遍采纳,成为国际通用标准^[6]。然而生育期组对一熟制大豆产区非常适用,对播种季节多样地区应用起来就比较困难^[18,36]。综上所述,无论是区划研究还是生育期组所依据的都是品种的生长环境和外在表现,随着现代分子生物学的发展,与生育期相关基因的陆续发现及功能的逐渐明确^[39-42],为发掘大豆品种生育期的内在差异提供了前提和依据。有关环境条件对生育期基因互作研究^[43-45],使得人们对大豆生育期的本质的认识更加清晰,今后可能将品种的生育期基因型作为生育期分类的又一个重要依据,综合考虑生态条件和基因对大豆生育期的影响,建立能广泛适应各种环境条件的生育期分类方法。

参考文献

[1] 邱丽娟,常汝镇,袁翠平,等. 国外大豆种质资源的基因挖掘利用现状与展望[J]. 植物遗传资源学报,2006,7(1):3-8. (Qiu L J,Chang R Z,Yuan C P,et al. Prospect and present statue of gene discovery and utilization for introduced soybean germplasm [J]. Journal of Plant Genetic Resources,2006,7(1):3-8.)

[2] Garner W W, Allard H A. Further studies in photoperiodic, the response of the plant to relative length of day and night[J]. Agricultural Research,1923,23(2):871-920.

[3] Garner W W, Allard H A. Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants[J]. Agricultural Research,1920,18:553-606.

[4] 许忠仁,张贤泽. 大豆生理与生理育种[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1989:250-266. (Xu Z R, Zhang X Z. Soybean physiology and physiological breeding [M]. Harbin: Heilongjiang Science Technology Press,1989:250-266.)

[5] 王金陵,武镛祥,吴和礼,等. 中国南北地区大豆光照生态类型的分析[J]. 农业学报,1956,7(2):169-180. (Wang J L,Wu Y X,Wu H L,et al. Analysis of south and north areas of China light ecological type of variety[J]. Journal of Agriculture,1956,7(2):169-180.)

[6] 汪越胜,马宏惠. 美国大豆熟期组划分及其影响[J]. 安徽农学通报,2000,6(4):28-29. (Wang Y S,Ma H H. Classification and impact of maturity groups of soybeans in USA[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin,2000,6(4):28-29.)

[7] Hartwig E E. Variety development[M]//Caldwell B E. Soybeans: Improvement, Production, and Uses. Madison, Wisc, 1973:187-210.

[8] Zhang L X, Kyei-Boahen S, Zhang J, et al. Modifications of optimum adaptation zones for soybean maturity groups in the USA. On-line. Crop Management doi:10.1094/CM-2007-0927-01-RS.

[9] 永田忠男. 生态适宜性种植区划. 大豆の夏秋大豆性た关する研究,第一报夏秋大豆性た依る大豆品种の分类[J]. 日本作物学会纪事(日),1949,18(2-4):131-134. (Yong Tian Z. Classification of ecological adaptability. Study on photothermal temperature comprehensive sensitivity, Primary report on classification of soybean varieties based on photothermal temperature comprehensive sensitivity [J]. Chronicle of Japan Crop Institute (Japan), 1949,18(2-4):131-134.)

[10] 杨志攀,周新安. 大豆光周期遗传育种研究进展[J]. 中国油料作物学报,1999,21(1)66-72. (Yang Z P,Zhou X A. Advances in photoperiodical breeding of soybean[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences,1999,21(1):66-72.)

[11] 陈智文. 巴西大豆生产、贸易特征及对中国的启示[J]. 世界地理研究,2005,14(1):41-45. (Chen Z W. Feature of soybean production and trade in Brazil and their enlightenment to China[J]. World Regional Studies,2005,14(1):41-45.)

[12] 刘丽君. 巴西大豆的科研与生产服务体系[J]. 大豆科学,2003,22(3):236-240. (Liu L J. Sciences research and production service system of Brazil soybean [J]. Soybean Science,2003,22(3):236-240.)

[13] 陈亮. 巴西大豆产业发展经验[J]. 黑龙江对外经贸,2005,135(9):56-57. (Chen L. Development experience of Brazil's soybean industry [J]. Heilongjiang Foreign Economic Relations&Trade, 2005,135(9):56-57.)

[14] Lufs F A. Understanding soybean maturity groups in Brazil: Environment, cultivar classification and stability [J]. Crop Science, 2009,49:801-808.

[15] 刘忠堂. 巴西、阿根廷大豆的生产与科研[J]. 大豆科学,1999,18(2):176-180. (Liu Z T. Sciences research and production service system of soybean in Brazil and Argentina [J]. Soybean Science,1999,18(2):176-180.)

[16] 韩天富. 阿根廷大豆生产和科研概况[J]. 大豆科学,2007,26(2):264-269. (Han T F. A survey of sciences research and production service system of Argentina [J]. Soybean Science,2007,26(2):264-269.)

[17] Singh A, Carsky R J, Lucas E Q, et al. Soybean maturity and environmental effects in savanna systems [J]. Journal of Sustainable Agriculture,2002,20(1):75-93.

[18] 盖钧镒,汪越胜,张孟臣,等. 中国大豆品种熟期组划分的研究[J]. 作物学报,2001,27(3):286-287. (Gai J Y, Wang Y S, Zhang M C, et al. Studies on the classification of maturity groups of soybeans in China [J]. Acta Agronomica Sinica,2001,27(3):286-292.)

[19] 汪越胜,盖钧镒. 中国大豆品种生态区划的修正Ⅱ. 各区范围及主要品种类型[J]. 应用生态学报,2002,13(1):71-75. (Wang Y S,Gai J Y. Study on the ecological regions of soybean in ChinaⅡ. Ecological environment and representative varieties [J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2002,13(1):71-75.)

[20] 王金陵. 大豆生态类型[M]. 北京:农业出版社,1991:11-12. (Wang J L. Soybean ecological types [M]. Beijing: Agriculture Publishing House,1991:11-12.)

[21] 吕世霖,程舜华,程创基,等. 我国大豆栽培区划的研讨[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),1981,1(1):9-17. (Lyu S L, Cheng S H, Cheng C J. et al. Discussion on regionalization of soybean producing area in China[J]. Journal of Shanxi Agricultural University(Natural Science),1981,1(1):9-17.)

[22] 卜慕华,潘铁夫. 中国大豆栽培区域探讨[J]. 大豆科学,1982,1(2):105-122. (Bu M H, Pan T F. A study on regionalization of soybean producing area in China[J]. Soybean Science, 1982,1(2):105-122.)

[23] Gai J Y. Soybean cropping systems in South China [J]. Japan TARC Series,1984,17:73-79.

[24] 卜慕华,潘铁夫. 我国大豆栽培区域[M]//吉林省农业科学院. 中国大豆育种与栽培. 北京:农业出版社,1987. (Bu M H, Pan T F. Regionalization of soybean producing area in China [M]//Jilin Academy of Agricultural Sciences. Soybean breeding and cultivation in China. Beijing: Agriculture Publishing House,1987.)

[25] 周新安,彭玉华,王国勋,等. 中国栽培大豆品种的分类检索研究[J]. 作物品种资源,1998(1):1-4. (Zhou X A, Peng Y H, Wang G X, et al. Study on classification search of the Chinese soybean cultivars[J]. China Seeds,1998(1):1-4.)

[26] 路琴华,王玉民. 大豆生态研究 XV. 复式光温综合作用与中国不同进化型生态类型的研究[J]. 吉林农业科学,1996(2):18-26. (Lu Q H, Wang Y M. Study on soybean ecology double comprehensive effect of light and temperature and the ecotypes of soybean of different evolutionary types of China[J]. Jilin Agricultural Sciences,1996(2):18-26.)

[27] 汪越胜,盖钧镒. 中国大豆栽培区划的修正 I. 修正方案与修正理由[J]. 大豆科学,2000,19(3):203-209. (Wang Y S, Gai J Y. Study on cultivating regions of soybean in China[J]. Soybean Science,2000,19(3):203-209.)

[28] 盖钧镒,汪越胜. 中国大豆品种生态区域划分的研究[J]. 中国农业科学,2001,34(2):139-145. (Gai J Y, Wang Y S. A study on the varietal eco-regions of soybeans in China[J]. Scientia Agricultura Sinica,2001,34(2):139-145.)

[29] 潘铁夫,张德荣,张文广. 中国大豆气候区划的研究[J]. 大豆科学,1994,13(3):169-182. (Pan T F, Zhang D R, Zhang W G. A study on the climatic region of soybean in China[J]. Soybean Science,1994,13(3):169-182.)

[30] 汪越胜. 我国南方大豆品种生育期生态特性及生态类型的初步研究[D]. 南京:南京农业大学,1989. (Wang Y S. A study on the ecological properties of the growth periods of the growth periods and ecological character in south of China [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University,1989.)

[31] 马育华,裴广铮. 江淮下游地区大豆地方品种的初步研究[J]. 作物学报,1962,1(4):351-365. (Ma Y H, Pei G Z. A preliminary study on soybean landraces in the lower Yangze and Huai valleys[J]. Acta Agronomica Sinica,1962,1(4):351-365.)

[32] 王国勋. 中国栽培大豆品种的生态分类研究[J]. 中国农业科学,1981,14(1):21-26. (Wang G X. Ecological classification of the Chinese soybean cultivars [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1981,14(1):21-26.)

[33] 任全兴,盖钧镒,马育华. 我国大豆品种生育期生态特性研究[J]. 中国农业科学,1987,20(5):23-28. (Ren Q X, Gai J Y, Ma Y H. A study on the ecological properties of the growth periods of the Chinese soybean varieties [J]. Scientia Agricultura Sinica, 1987,20(5):23-28.)

[34] 郝耕,陈杏娟,卜慕华. 中国大豆品种生育期组的划分[J]. 作物学报,1992,18(4):275-281. (Hao G, Chen X J, Bu M H. Classification of the Chinese soybean cultivars into maturity groups [J]. Acta Agronomica Sinica,1992,18(4):275-281.)

[35] 吴存祥,李继存,沙爱华,等. 国家大豆品种区域试验对照品种的生育期组归属[J]. 作物学报,2012,38(11):1977-1987. (Wu C X, Li J C, Sha A H, et al. Maturity group classification of check varieties in national soybean uniform trials of China [J]. Acta Agronomica Sinica,2012,38(11):1977-1987.)

[36] Toledo J F F, Oliveira M F, Tsutida A C, et al. Genetic analysis of growth of determinate soybean genotypes under three photoperiods [J]. Revista Brasileira de Genética,1993,16:713-748.

[37] Bernard R L. Two genes for time of flowering and maturity in soybeans [J]. Crop Science,1971,11:242-244.

[38] Buzzell R I. Inheritance of a soybean flowering response to fluorescent day-length conditions [J]. Canadian Journal of Genetics and Cytology,1971,13:703-707.

[39] Buzzell R I, Voldeng H D. Inheritance of insensitivity to long day-length [J]. Soybean Genetics Newsletter,1980,7:26-29.

[40] Bonato E R, Vello N A. E6, a dominant gene conditioning early flowering and maturity in soybeans [J]. Genetics and Molecular Biology,1999,22:229-232.

[41] Cober E R, Voldeng H D. A new soybean maturity and photoperiod-sensitivity locus linked to E1 and T [J]. Crop Science,2001,41:698-701.

[42] Ray J D, Hinson K, Manjono J E B, et al Genetic control of along-juvenile trait in soybean [J]. Crop Science,1995,35:1001-1006.

[43] 常汝镇,李星华. 夏播条件下大豆成熟期基因作用的研究[J]. 中国油料,1993(3):15-17. (Chang R Z, Li X H. Study on effect of maturity genes in soybeans under summer sowing condition [J]. Oil Crop of China,1993(3):15-17.)

[44] 常汝镇. 大豆成熟期基因作用的遗传分析[J]. 大豆科学,1992,11(2):127-133. (Chang R Z. A genetic analysis on effect of maturity genes in soybeans [J]. Soybean Science,1992,11(2):127-133.)

[45] 王英,吴存祥,张学明. 不同光周期条件下大豆生育期主基因的效应[J]. 作物学报,2008,34(7):1160-1168. (Wang Y, Wu C X, Zhang X M. Effects of soybean major maturity genes under different photoperiods [J]. Acta Agronomica Sinica,2008,34(7):1160-1168.)