



## 2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种主要性状演变分析

余忠浩, 周伟, 李志刚, 孙成成, 李资文, 罗巍, 杨志强, 周亚星

(内蒙古民族大学 农学院, 内蒙古 通辽 028000)

**摘要:** 为了解内蒙古自治区种质资源的利用和农艺性状演变情况, 本研究对 2002—2021 年内蒙古自治区审定通过的 109 份大豆品种的骨干亲本品种来源、农艺性状及品质性状进行分析。结果表明: 内蒙古自治区主要通过杂交育种、复交育种与系统育种进行大豆品种选育。选育机构主要来源于 3 个方向, 分别是科研院所、企业公司以及两者合作育成 (院企合作), 大豆育种主要集中在内蒙古自治区东部四盟, 其中呼伦贝尔农业科学研究所和莫旗登科种业育成品种数量占比较大。骨干亲本蒙豆 9 号、黑河 18 和黑河 38 的祖先亲本均为黑龙江省地方品种白眉。株高和生育期均表现为缓慢增加, 以早熟和极早熟品种居多; 98.2% 为亚有限结荚习性和无限结荚习性; 以披针形叶为主。产量逐年提高, 从 2002 年的  $2\,155.05\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$  上升到 2021 年的  $2\,651.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ , 平均增产率达 23%; 百粒重先下降后增长, 整体呈增长趋势。蛋白质含量逐年上升, 而脂肪含量逐年下降。育成高抗大豆花叶病毒品种 3 个, 中抗品种和中感品种居多, 感病品种数量整体呈下降趋势。各主要性状相关分析表明, 产量与百粒重呈负相关, 蛋白质含量与脂肪含量呈负相关, 生育期与株高和百粒重呈正相关。研究结果说明近年来内蒙古自治区育成大豆品种产量逐步升高, 品质性状提升较为缓慢, 今后需加强本地种质资源利用, 加快品质育种进程, 以保障当地粮食和种质资源安全。

**关键词:** 内蒙古; 大豆品种; 农艺性状; 品质性状; 种质资源

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



## Evolution Analysis of Main Traits of Soybean Varieties in Inner Mongolia Autonomous Region from 2002 to 2021

YU Zhong-hao, ZHOU Wei, LI Zhi-gang, SUN Cheng-cheng, LI Zi-wen, LUO Wei, YANG Zhi-qiang, ZHOU Ya-xing

(Agricultural College, Inner Mongolia Minzu University, Tongliao 028000, China)

**Abstract:** In order to understand the utilization of germplasm resources and the evolution of agronomic characters in Inner Mongolia Autonomous Region, we analyzed the backbone parents origin, agronomic and quality characters of 109 soybean varieties approved by Inner Mongolia from 2002 to 2021. The results showed that soybean breeding in Inner Mongolia was mainly concentrated in the four eastern cities of Inner Mongolia, and the number of varieties bred by Hulunbuir Academy of Agricultural Sciences and Moqi Dengke seed industry accounted for the relatively large proportion. However, the ancestral parents of the backbone parents in breeding were all from the local variety Baimei in Heilongjiang Province. The plant height and growth period of soybean increased slowly, most of them were early-maturing and very early-maturing. The pod setting habits were mainly sub limited pod setting habits and unlimited pod setting habits, which account for 98.2% of all varieties. The leaf shape of soybean varieties was mostly lanceolate. The yield increased year by year, from  $2\,155.05\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  in 2002 to  $2\,651.4\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  in 2021, with an average increase of 23%. The 100-seed weight decreased firstly and then increased, and showed an increasing trend. The protein content increased year by year, but the fat content decreased year by year. There were three varieties with high resistance to soybean mosaic virus, and most were medium resistant and medium susceptible varieties. Correlation analysis of main characters showed that yield was negatively correlated with 100-seed weight, protein content was negatively correlated with fat content, and the growth period was positively correlated with plant height and 100-seed weight. The results showed that the yield of soybean varieties bred by Inner Mongolia Autonomous Region had gradually increased in recent years, and the improvement of quality characters was relatively slow. It is necessary to strengthen the utilization of local germplasm resources and speed up the process of quality breeding, in order to ensure the security of the local food and the germplasm resources.

**Keywords:** Inner Mongolia; soybean varieties; agronomic traits; quality traits; germplasm resources

大豆是人类蛋白质和油脂以及畜牧业发展所需饲料的主要来源之一, 中国大豆主要分布在东北

三省、内蒙古自治区以及山东、河南等省份。近年来, 随着国家对大豆整体产业的重视程度提高和育

收稿日期: 2021-06-16

基金项目: 内蒙古自治区储备项目 (2018MDCB02); 内蒙古民族大学科研基金项目 (BS621)。

第一作者: 余忠浩 (1998—), 男, 硕士研究生, 主要从事作物遗传育种研究。E-mail: yzh23701@163.com。

通讯作者: 周亚星 (1981—), 女, 博士, 副教授, 主要从事作物遗传育种研究。E-mail: zhouyaxing3@163.com。

种工作者对大豆研究的不断深入,使得我国大豆新品种选育的数量有了较大增加。许多育种工作者对其当地大豆品种的农艺性状进行了研究<sup>[1-2]</sup>,对大豆各性状间相互关系进行了详细的阐述,为确定大豆育种亲本的选择奠定了相应的理论基础。

内蒙古自治区地处中国北方,是我国 13 个粮食主产区之一,内蒙古自治区的大豆种植区域主要集中在呼伦贝尔市、兴安盟、通辽市和赤峰市,总面积占全区大豆面积的 95.7%<sup>[3]</sup>。受气温及地域影响,内蒙古自治区大豆品种的熟期主要以早熟和中早熟为主。大豆栽培方式以农垦大规模种植和农户自种两种方法进行耕作。在当今现代化大规模种植的农业环境下,推进农业发展的难点在于种质资源的改良和利用。在育种中骨干亲本是指具有农艺性状优良、性状遗传力强、适应性广、配合力高等特点的优良种质<sup>[4]</sup>,在育种亲本中用来进行品种改良并且具有多个选育后代<sup>[5]</sup>,其数量的多少在一定程度上体现了该地区种质资源水平的高低。前期研究通过对 109 个大豆品种之间的系谱关系进行梳理排序,最终得出蒙豆 9 号、黑河 18 和黑河 38 为内蒙古自治区大豆育种中的骨干亲本,为内蒙古自治区大豆育种作出了突出贡献。据国家统计局数据可知,内蒙古自治区大豆单产由 2002 年的 1 616.34 kg·hm<sup>-2</sup> 增长到了 2019 年的 1 899.3 kg·hm<sup>-2</sup>,增长率为 17.5%。2002 年内蒙古自治区大豆总产量 96.35 万 t,截止 2018 年,内蒙古自治区大豆总产量达到了 179.4 万 t,增长约 86.2%,表明内蒙古自治区大豆产业得到快速发展。为进一步提升内蒙古自治区大豆育种水平,合理利用种质资源,本研究分析 2002—2021 年内蒙古自治区审定的 109 个大豆品种的农艺性状,研究大豆农艺性状及品质性状的改变趋势,旨在探究内蒙古自治区大豆育种中的短板,为今后大豆育种目标的科学确立提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

大豆性状数据来源于内蒙古自治区大豆品种审定公告中内蒙古自治区 2002—2021 年审定的 109 个大豆品种信息。其中 2002—2005 年审定品种 19 个,2006—2010 年审定品种 22 个,2011—2015 年审定品种 22 个,2016—2021 年审定品种 46 个。

### 1.2 方法

根据审定年限将 109 个内蒙古自治区审定的大豆品种分为 4 组:2002—2005 年组、2006—2010 年组、2011—2015 年组和 2016—2021 年组,对 109 个品种的产量、品质、百粒重、株高等性状进行统计分

析。以生产试验产量作为产品的产量性状进行数据分析,总结不同年份间内蒙古自治区大豆审定品种的性状及演变趋势。

### 1.3 数据分析

使用 Excel 2019 进行数据处理分析及作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 审定品种总述

2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种总数 109 个,其中通过杂交育种方法选育品种 94 个,占全部审定品种 86.2%;通过复交育种与系统育种方法选育 15 个品种,占比 13.8%。2016 年之后内蒙古自治区大豆品种审定数量占全部审定大豆品种的 42%,共有 46 个大豆品种通过审定。通过审定的大豆品种数量不断增加,表明内蒙古自治区的大豆种质资源得到较好地应用,在满足内蒙古自治区不同区域和不同生态条件需要的同时也使内蒙古自治区大豆现有种质资源有了进一步的拓宽。

### 2.2 审定品种来源分析

2.2.1 选育机构 内蒙古自治区审定大豆品种的选育机构主要来源于 3 个方向,分别是科研院所、企业公司以及两者合作育成(院企合作)。2002—2021 年,由科研院所独立审定的品种共有 72 个,占 66%。由企业独立审定的品种 22 个,占比 20.2%。由企业科研单位共同审定的品种有 15 个,占比 13.8%。由此可见,内蒙古自治区大豆品种主要来源于各个科研院所,其次是企业,最后为院企合作育成。随着更进一步的分析,发现科研院所选育的品种数量在当年所占比重逐渐下降,企业、院企合作审定品种的数量正在不断上升,这意味着随着企业大豆育种水平的提高,将增加内蒙古自治区大豆种质资源的数量且对于大豆品种的传播推广也有很大益处,极大地解放了种业的生产力<sup>[6]</sup>。

2.2.2 具有突出贡献的育种单位 20 年间内蒙古自治区育成大豆品种选育单位主要集中在内蒙古自治区东部四盟,呼伦贝尔农业科学研究所和莫力达瓦达斡尔族自治旗登科种业育成品种数量占比较大。审定大豆品种数量排名前 5 的科研院所/企业分别是呼伦贝尔农业科学研究所、莫力达瓦达斡尔族自治旗登科种业、内蒙古自治区农牧业科学院、中国农业科学院和赤峰农牧业科学院。其中审定数量最多的是呼伦贝尔农业科学研究所,主要选育品种为蒙豆系列,独立审定品种 32 个,作为第一育种单位与其他机构合作审定品种 4 个,共 36 个品种,占比 33%。其次是莫力达瓦达斡尔族自治旗登科种业,主要选育品种为登科系列,独立审定品种 7 个,第一单位审定品种 6 个,共 13 个品种,占比

12%。内蒙古自治区农牧业科学院、中国农业科学院和赤峰农牧业科学院审定品种分别占比为 8%、5% 和 4% (图 1)。5 家育种机构共审定品种 67 个, 占全区审定品种的 62%。

2.3 审定品种的骨干亲本分析

审定品种血缘关系分析表明,黑龙江当地品种白眉对内蒙古自治区大豆品种的贡献巨大,这基于黑龙江与内蒙古自治区东部四盟市同属于北方大豆春作区中的东北春大豆亚区的特点,该区全年无霜期 100 ~ 170 d,同纬度积温差别不大,进而促进两地之间品种的转引与传播。以白眉材料作为改良亲本而选育的蒙豆 9 号(内蒙古自治区审定)、黑河 18(黑龙江省审定)与黑河 38(黑龙江省审定)对内蒙古自治区大豆育种作用显著,20 年间以三者作为

亲本的审定品种共 27 个,占全部品种的 24.5%,是当地大豆品种选育的骨干亲本。

蒙豆 9 号:2002 年通过内蒙古自治区审定,由丰收 10 号原原种田变异单株系选育而成(图 1)。该品种抗旱、抗倒伏,适宜在活动积温在 1 950 ℃ 以上的内蒙古自治区呼伦贝尔市、兴安盟等地区种植,并且可以在内蒙古自治区呼伦贝尔市、兴安盟、通辽市等≥10 ℃ 活动积温 2 300 ℃ 以上地区可作救灾或复种品种使用且农艺性状表现优良。20 年间作为育种亲本直接审定的品种 5 个(蒙豆 12、蒙豆 17、蒙豆 19、蒙豆 21 和蒙豆 26),间接审定品种 8 个(蒙豆 31、蒙豆 34、蒙豆 35、蒙豆 37、蒙豆 38 和蒙豆 44 以及登科 11),20 年间通过审定的品种有十分之一都是蒙豆 9 号的衍生后代。

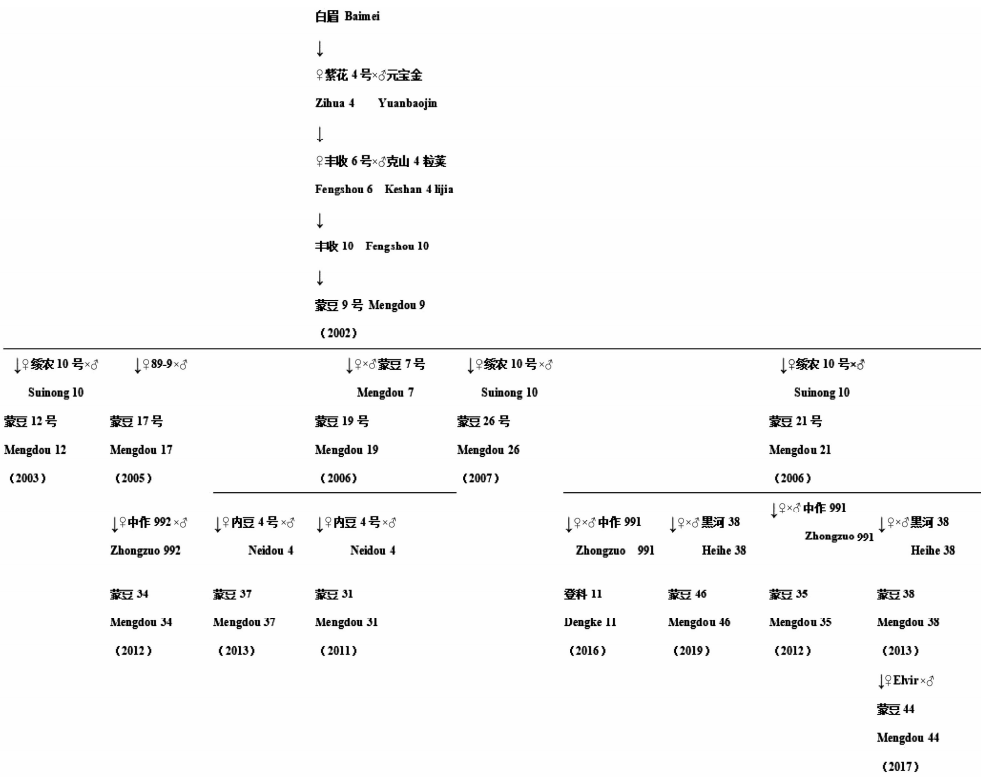


图 1 蒙豆 9 号血缘关系分析

Fig. 1 The blood relationship analysis of Mengdou 9

黑河 18 与黑河 38:二者具有共同的亲本黑交 85-1033(图 2),与蒙豆 9 号一样都是通过对克山本地品种白眉进行育种改良而来。黑河 18 作为直接或间接亲本育成品种 8 个(晨环 1 号、登科 4 号、登科 9 号、北国 919、甘豆 2 号、登科 13、甘豆 5 号和富中豆 1 号)。以黑河 38 作为亲本共育成品种 6 个,包括蒙豆 38、蒙豆 42、蒙豆 46、登科 5 号和黑龙 501 以及与蒙豆 9 号进行杂交育成品种蒙豆 44。由此说明黑河 18 和黑河 38 为内蒙古自治区大豆品种选育提供了优秀的育种资源。

2.4 审定品种的农艺性状分析

2.4.1 株高演变分析 株高是影响大豆产量的重要性状之一,株高可以影响作物抗倒伏能力和种植密度,从而间接影响作物产量与品质<sup>[7]</sup>。如表 1 所示,2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种平均株高 81.28 cm,变异系数大于 10%。其中株高最矮的是 2002 年从日本引进的札幌绿,株高为 35 ~ 40 cm,高抗倒伏。株高最高的是 2003 年审定的赤豆一号,株高 130 cm。

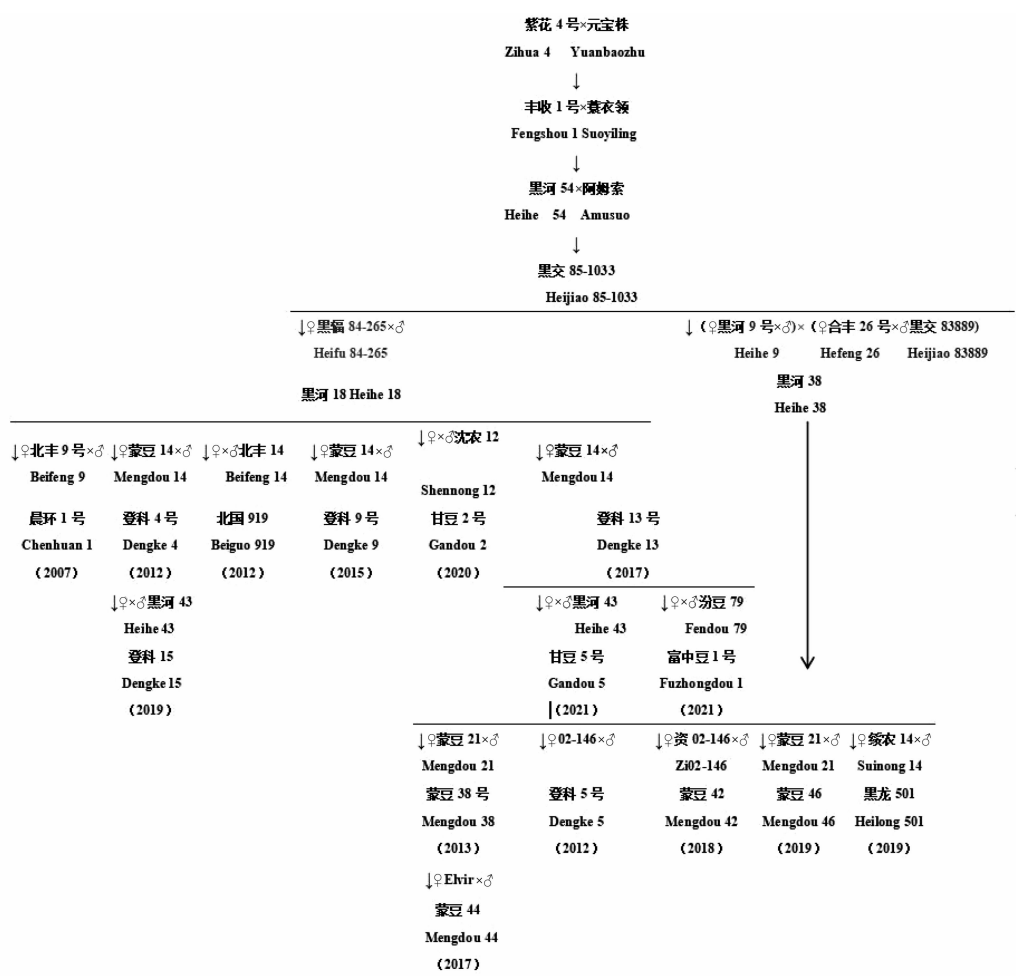


图 2 黑河 18 与黑河 38 的血缘关系分析

Fig. 2 The analysis of blood relationship between varieties of Heihe 18 and Heihe 38

表 1 2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种产量及各性状统计						
Table 1 Yield and traits statistics of approved soybean varieties in Inner Mongolia from 2002 to 2021						
项目 Item	产量 Yield/(kg·hm <sup>-2</sup> )	生育期 Growth period/d	株高 Plant height/cm	百粒重 100-seed weight/g	蛋白质含量 Protein content/%	脂肪含量 Fat content/%
平均值 Average	2404.27	111.91	81.28	19.54	39.47	21.74
最大值 Maximum	3531.00	128.00	130.00	21.00	40.76	27.47
最小值 Minimum	1513.50	85.00	35.00	18.24	33.92	20.21
标准差 Standard deviation	483.36	4.92	9.06	0.74	1.50	1.51
变异系数 Variable coefficient	20.10	4.40	11.15	3.78	3.81	6.96

如图 3 所示,2002—2021 年株高整体呈上升趋势但变化不明显。基于内蒙古自治区栽培条件及生产环境,大豆品种株高可能不是主要的改良方向。

2.4.2 生育期演变分析 如表 1 所示,内蒙古自治区审定大豆品种的生育期平均为 111.91 d,生育期最短的是 2011 年审定的登科 2 号,为超早熟品种,全生育期 85 d 左右,适宜在呼伦贝尔市≥10℃活动

积温 1 700℃以上区域种植;生育期最长的是 2003 年通过自治区审定中作 962,全生育期 125~128 d,适宜在≥10℃活动积温 2 800℃以上地区种植。

如图 4 所示,内蒙古自治区大豆的生育期变化幅度很小,趋于稳定。在 109 个审定品种中,主要以早熟,极早熟品种居多,适宜在呼伦贝尔、兴安盟以及通辽等地种植。

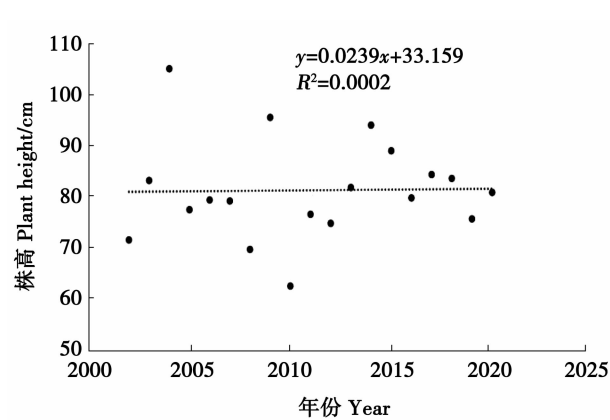


图3 2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种株高演变趋势

Fig.3 The evolution trend of plant height of approved soybean varieties in Inner Mongolia from 2002 to 2021

2.4.3 结荚习性演变分析 大豆结荚习性共分为3类,分别是有限结荚习性、无限结荚习性和亚有限结荚习性。由表2可知,内蒙古自治区大豆品种主要以亚有限结荚习性和无限结荚习性为主,占比98.2%,有限结荚习性仅有2份,占比1.8%。亚有限结荚习性品种在20年间一直处于主导地位,在各时间段均占比57%以上,其中在2011年后达到最大值,并在2016年后有所下降。有研究认为与无限

结荚习性大豆品种相比,亚有限结荚习性大豆根量多,根体积庞大,根表面积大,侧根发达,干物质积累较多<sup>[8]</sup>,这也是亚有限结荚习性品种数量最多的原因之一。无限结荚习性品种数量整体变化不大,2011—2015年达到最低值后有所增加。胡国玉等<sup>[9]</sup>研究认为无限结荚习性品种株高较高,且株高与产量呈极显著正相关,适合干旱地区种植。这也可能是内蒙古自治区无限结荚习性大豆品种数量增加的因素之一。

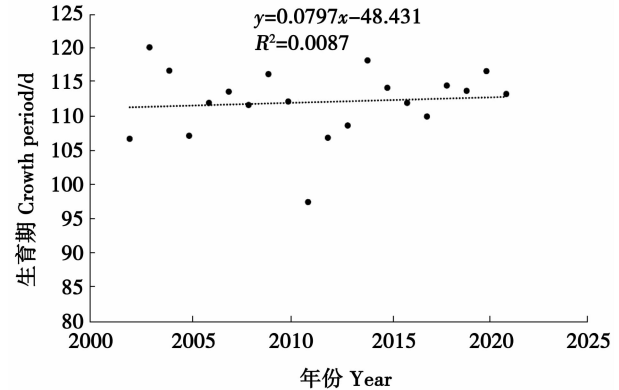


图4 2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种生育期演变趋势

Fig.4 The evolution trend of growth period of approved soybean varieties in Inner Mongolia from 2002 to 2021

Table 2 The analysis on the ratio of soybean varieties with different pod forming habits				单位: %
年份 Year	亚有限结荚习性 Subfinite podding habit	有限结荚习性 Limited podding habit	无限结荚习性 Infinite podding habit	
2002—2005	57.9	5.3	36.8	
2006—2010	59.1	4.5	36.4	
2011—2015	68.2	0	31.8	
2016—2021	63.0	0	37.0	
2002—2021	62.4	1.8	35.8	

2.4.4 叶形演变分析 如表3所示,内蒙古自治区大豆品种主要以披针形叶为主,这是因为上部叶片小的冠层结构可以更加合理的利用光能,提高光合效率<sup>[10]</sup>。除2006—2010年大豆品种各种叶形数量比较平均外,其他时间内披针形叶大豆品种数量均

占50%以上,2011—2015年长叶、尖叶和圆叶的数量呈下降趋势,尖叶大豆在2010年之后没有出现,这可能是内蒙古自治区当地日照条件导致的大豆育种趋势变化。

Table 3 The analysis on the ratio of soybean varieties with different leaf shapes							单位: %
年份 Year	长叶 Long leaves	尖叶 Pointed leaves	椭圆叶 Elliptical leaves	卵圆叶 Oval leaves	圆叶 Round leaves	披针形叶 Lanceolate leaves	
2002—2005	15.8	5.3	5.3	10.5	10.5	52.6	
2006—2010	22.7	18.2	9.1	13.6	18.2	18.2	
2011—2015	0	0	9.1	9.1	4.5	77.3	
2016—2021	8.7	0	4.3	4.3	6.5	76.1	
2002—2021	11.0	4.6	6.4	8.3	9.2	60.6	

2.5 审定品种产量性状分析

2.5.1 产量演变分析 产量作为大豆育种发展的最直观因素,可以直接反映出一个地区育种水平

的高低。2002—2021年,内蒙古自治区审定大豆的平均产量为2 404.27 kg·hm<sup>-2</sup>,变异系数为20.1(表1)。

如图 5 所示,2002—2021 年,内蒙古自治区审定大豆产量呈增长趋势,幅度较大。2002 年内蒙古自治区审定品种平均单产为  $2\,155.05\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,2021 年为  $2\,651.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,提高 23%。2005 年审定的大豆品种产量最低,为  $1\,757.25\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ;2019 年最高达到了  $2\,937.00\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,产量提高  $1\,179.75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。说明内蒙古自治区大豆品种的产量在不断地品种改良与更迭中快速增长,育种水平发展快速。

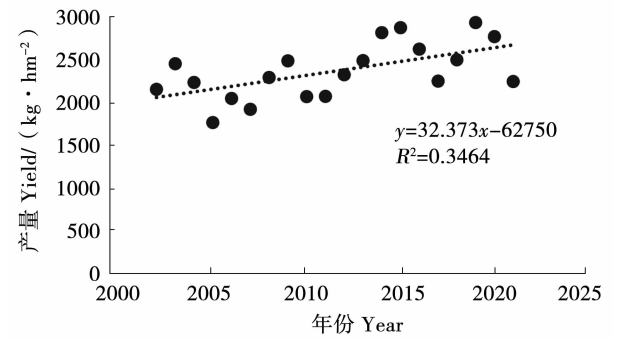


图 5 2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种产量演变趋势

Fig. 5 The yield evolution trend of approved soybean varieties in Inner Mongolia from 2002 to 2021

2.5.2 百粒重演变分析 百粒重是构成产量的一个重要因素,如表 1 所示,2002—2021 年内蒙古自治区大豆平均百粒重为  $18.24\sim21.00\text{ g}$ ,变异系数 3.78。

如图 6 所示,2002—2005 年百粒重最高,之后开始下降。原因可能是百粒重不仅受到多基因控制,还与环境因素有关<sup>[11]</sup>,内蒙古自治区干旱缺水,大籽粒难以适应水分胁迫,导致大豆籽粒百粒重逐年下降。但是随着育种水平的提高,大豆百粒重自 2012 年之后开始逐步增加,但还没有恢复到 2002 年的水平。

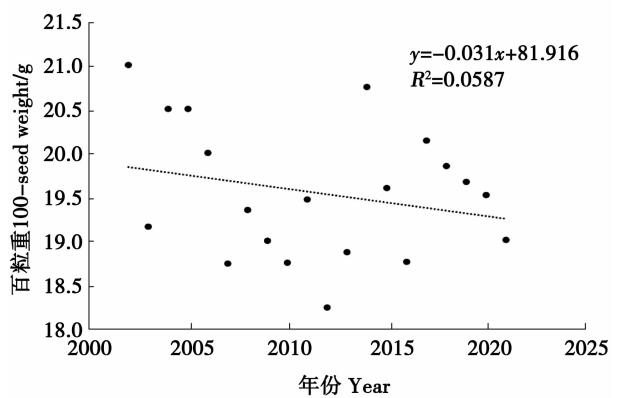


图 6 2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种百粒重演变趋势

Fig. 6 The evolution trend of 100-seed weight of approved soybean varieties in Inner Mongolia from 2002 to 2021

2.6 品质性状演变分析

如表 1 所示,内蒙古自治区审定大豆品种平均蛋白质含量为 39.47%,脂肪含量为 21.74%。如图 7 所示,大豆蛋白质含量整体上呈逐年上升趋势,而脂肪含量整体上呈逐年下降趋势。

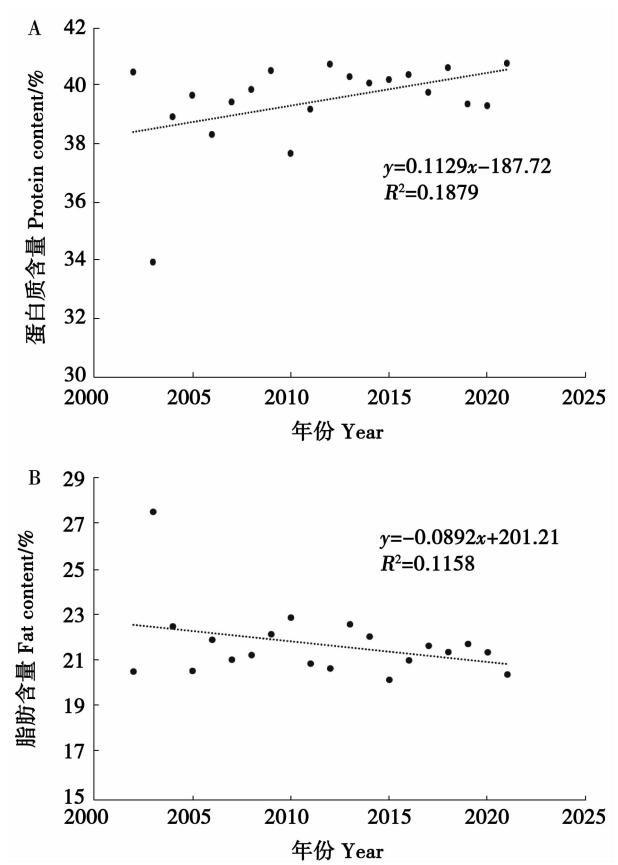


图 7 2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种品质性状演变趋势

Fig. 7 The evolution trend of quality character of approved soybean varieties in Inner Mongolia from 2002 to 2021

2.7 大豆花叶病抗性演变分析

大豆花叶病是世界性的病毒病害,流传广、危害重。对我国大豆品种产量和品质都有很大的影响,严重时导致大豆绝收。对审定品种大豆花叶病抗性的分析如表 4 所示,2002—2021 年审定的 109 个品种中抗病品种共有 40 个,占全部品种的 36.7%,感病品种 69 个,占比 63.3%。2010 年前内蒙古自治区审定大豆品种中抗病品种居多,但 2010 年后抗病品种数量大幅度下降,2016 年后才有所回升。总体分析,高抗品种只有 3 个,数量最多的是低抗品种和低感品种,并且 2015 年后感病品种数量整体有下降趋势,表明内蒙古自治区抗病育种方法已经有所突破但在抗病育种的种质资源方面还有所欠缺。

表 4 审定品种大豆花叶病毒病抗性分析

Table 4 The analysis on soybean mosaic virus disease resistance of released soybeans

单位: %

年份 Year	高抗 HR	中抗 R	低抗 MR	低感 MS	中感 S	高感 HS
2002—2005	0	47.4	10.5	42.1	0	0
2006—2010	13.6	9.1	36.3	36.3	4.5	0
2011—2015	0	4.5	9.1	36.3	45.5	4.5
2016—2021	0	4.3	23.9	47.8	23.9	0
2002—2021	2.8	12.8	21.1	42.2	20.1	0.9

2.8 不同时期大豆品种各性状的变化趋势分析

如表 5 所示,大豆产量逐渐增加,2006—2015 年增涨较快,涨幅幅度较大,2016—2021 年有所增长,表明内蒙古自治区大豆育种产量有很大突破。大豆生育期在 4 个时间段内变化不大,平均 110 d 左右,浮动不超过 3 d。表明生育期性状改良不是内蒙古自治区大豆育种的主要方向。大豆的百粒重整体呈下降趋势,在 2002—2005 年百粒重最大,平均为 20.69 g;2006—2010 年最低,平均为 19.17 g,

并且逐年上升;2016—2021 年达到 19.49 g,增长比较缓慢。大豆株高整体呈下降趋势,从 2002—2005 年的 84.38 cm 下降到 2016—2021 年的 81.48 cm,在 2006—2010 年达到最低值 77.29 cm,随后上升。大豆蛋白质含量呈上升趋势,在 2011—2015 年达到最大值 40.25%,随后下降。与之对应的脂肪含量呈下降趋势并在 2011—2015 年达到最低,为 21.29%,随后上升。

表 5 不同时期大豆品质性状变化趋势

Table 5 The variation trend of soybean quality traits in different periods

项目 Item	年份 Year	平均值 Average	标准差 Standard deviation	范围 Range	变异系数 Variable coefficient/%
产量 Yield/(kg·hm <sup>-2</sup> )	2002—2005	2217.62	347.88	1695.0 ~ 2833.5	15.69
	2006—2010	2061.72	394.86	1626.0 ~ 2844.0	19.15
	2011—2015	2482.02	360.82	1513.5 ~ 3411.0	14.54
	2016—2021	2608.01	501.25	1639.5 ~ 3531.0	19.22
生育期 Growth period/d	2002—2005	112.44	9.10	95.0 ~ 126.5	8.09
	2006—2010	112.90	6.91	98.0 ~ 124.0	6.12
	2011—2015	108.27	9.98	85.0 ~ 123.0	9.22
	2016—2021	112.93	5.93	95.0 ~ 124.0	5.25
株高 Plant height/cm	2002—2005	84.38	14.57	35.0 ~ 130.0	17.27
	2006—2010	77.29	12.37	60.0 ~ 106.0	16.00
	2011—2015	83.25	8.15	60.0 ~ 110.0	9.79
	2016—2021	81.48	3.13	60.0 ~ 108.0	3.84
百粒重 100-seed weight/g	2002—2005	20.69	1.42	15.3 ~ 40.0	6.86
	2006—2010	19.17	0.53	15.0 ~ 26.0	2.77
	2011—2015	19.39	0.93	16.4 ~ 22.2	4.80
	2016—2021	19.49	0.47	16.6 ~ 22.3	2.41
脂肪含量 Fat content/%	2002—2005	38.15	6.00	21.59 ~ 45.31	15.73
	2006—2010	39.01	2.38	34.79 ~ 44.48	6.10
	2011—2015	40.25	2.37	35.74 ~ 45.49	5.89
	2016—2021	39.95	1.90	35.38 ~ 46.22	4.76
蛋白质含量 Protein content/%	2002—2005	22.96	6.38	17.19 ~ 41.83	27.79
	2006—2010	21.68	1.49	17.57 ~ 23.75	6.87
	2011—2015	21.29	2.24	18.96 ~ 29.66	10.52
	2016—2021	21.34	1.27	18.39 ~ 24.24	5.95

2.9 大豆各性状相关性分析

如表6所示,产量与百粒重呈负相关关系,未达到显著水平。这是因为百粒重不仅与产量有直接关系,也受到单株荚数、每荚粒数等大豆其他农艺性状和环境因素的影响。蛋白质含量与脂肪含量

呈负相关,两者共同提升的难度很大<sup>[12]</sup>,说明蛋脂双高的大豆品种还没有较大突破。生育期与株高和百粒重呈正相关关系。由此可见在制定高产大豆的育种目标时,应倾向于选择百粒重小且生育期适中的亲本进行品种改良。

表6 大豆各性状相关性分析  
Table 6 The correlation analysis of soybean traits

性状 Trait	产量 Yield	生育期 Growth period	株高 Plant height	百粒重 100-seed weight	蛋白质含量 Protein content	脂肪含量 Fat content
产量 Yield	1					
生育期 Growth period	0.5098	1				
株高 Plant height	0.3019	0.4685	1			
百粒重 100-seed weight	-0.0396	0.0087	0.3448	1		
蛋白质含量 Protein content	0.1189	-0.2880	0.1133	0.0559	1	
脂肪含量 Fat content	0.0934	0.4761	0.1110	-0.1092	-0.8700	1

3 讨论

3.1 大豆种质资源开发利用

丰富的种质资源是一个地区育种工作的基础,可以为当地确定育种亲本时提供多个选择,内蒙古自治区作为大豆主产区之一,播种面积仅次于黑龙江省,拥有非常丰富的大豆种质资源。但是本研究发现,内蒙古自治区2002—2021年所育成品种的祖先亲本大多来自黑龙江省,如内蒙古自治区的骨干亲本蒙豆9号(直接或间接育成品种13个)是从丰收10号原原种田变异单株系选而成,其祖先亲本为黑龙江省地方品种白眉。其他黑龙江省品种如绥农、黑河等都对内蒙古自治区大豆育种作出了很大的贡献。原因可能是内蒙古自治区东部与黑龙江同属于北方大豆春作区,纬度相近,品种在两省的适应性较强。而这种情况导致内蒙古自治区自身的种质资源没有得到很好的利用及开发,因此需要进一步深度挖掘内蒙古自治区的大豆种质资源,提高相关资源的利用水平。

3.2 大豆品种性状演变

大豆品种的改良是育种工作者科研成果的体现,20年来,内蒙古自治区大豆品种产量有较大幅度改善。2002年内蒙古自治区审定大豆品种平均产量为2 155.05 kg·hm<sup>-2</sup>,2021年平均产量为2 651.4 kg·hm<sup>-2</sup>,提高23%,呈不断上升趋势,并于2010年后大幅度提高。大豆百粒重自2011年开始逐步增加,而由于内蒙古自治区的气候条件以及耕作条件限制,增长速度比较缓慢。为了提高光合速率,大豆叶片形状以披针形叶片为主,占全部品种数的60.6%。结荚习性以亚有限结荚习性和无限结荚习性为主,近几年无限结荚习性大豆品种数量

有所增加,研究认为无限结荚习性大豆适宜在干旱条件下种植<sup>[9]</sup>,并且普遍株高较高,对大豆高产也有很大帮助。株高通过影响作物抗倒伏能力从而影响作物产量,内蒙古自治区大豆整体株高呈上升趋势并与产量呈正相关关系,但是大豆株高与大豆抗倒伏性呈负相关关系,表明内蒙古自治区大豆育种不仅要保证大豆产量的提高,也要把提高大豆抗倒伏性作为主要育种目标之一。但是内蒙古自治区在抗病性大豆育种方面还没有取得理想成效,培育高产优质大豆能力有待提高。整体分析表明,大豆的农艺性状与产量性状都与大豆产量有正相关关系,参考大豆产量与其各农艺性状之间关联顺序<sup>[13]</sup>,说明百粒重大、抗病性强的大豆品种比较适合作为育种亲本。但是随着人类需求的改变,高油大豆品种、高蛋白大豆品种以及抗病大豆品种逐渐展现出其重要性,单纯提高产量已经不能满足社会发展要求,这就要求大豆育种方向应根据大豆产业链以及市场需求的改变做出多元化调整。

3.3 大豆品质改良

大豆蛋白质含量性状是典型的数量性状,在受到环境因素影响的同时也伴随着遗传效应的作用,并且其遗传规律也很复杂<sup>[14]</sup>。Voldeng等<sup>[15]</sup>研究发现,大豆在遗传改良过程中种子每增加1单位脂肪含量的同时就有1单位蛋白质减少。同样,Wilcox等<sup>[16]</sup>也提出大豆种子中脂肪含量每增加2单位就有1.5单位的蛋白质减少。我国大豆平均蛋白质含量为39.42%,脂肪含量为20.15%<sup>[17]</sup>,本研究结果表明,内蒙古自治区审定大豆品种的蛋白质含量平均为40.76%,高于我国平均水平,而脂肪含量为20.44%,相较于我国平均水平提高不明显,高脂肪大豆品种选育工作仍需持续跟进。



4 结论

随着育种技术不断进步,2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种的产量和蛋白质含量呈上升趋势,株高和生育期整体变化不明显,脂肪含量和百粒重含量呈下降趋势,可能是因为受内蒙古自治区干旱缺水条件影响,大豆籽粒难以适应水分胁迫而导致百粒重逐年下降。审定大豆品种的大豆花叶病毒抗性以中感和中抗为主,高抗品种仅占 2.8%,抗病性仍需提高。

2002—2021 年,内蒙古自治区大豆育种骨干亲本(蒙豆 9 号、黑河 18 和黑河 38)的祖先亲本都为黑龙江省地方品种白眉,导致内蒙古自治区地方品种没有得到较好利用,今后需加强对本地种质资源改良,培育适应当地气候条件和栽培模式的大豆品种,应对内蒙古自治区大豆资源匮乏问题,以保障当地种质资源和粮食安全。

参考文献

[1] 胡国玉,李杰坤,王大刚,等. 安徽省不同年代育成大豆品种 的性状演变分析[J]. 大豆科学, 2020, 39(5): 657-666. (HU G Y, LI J K, WANG D G, et al. Analysis on character evolution of soybean cultivars in different ages in Anhui Province[J]. Soybean Science, 2020, 39(5): 657-666.)

[2] 李伟,张彦威,林延慧,等. 2005—2017 年山东省审定大豆品种 农艺和品质性状演变分析[J]. 山东农业科学, 2018, 50(4): 16-21. (LI W, ZHANG Y W, LIN Y H, et al. Analysis on the evolution of agronomic and quality traits of approved soybean cultivars in Shandong Province from 2005 to 2017[J]. Journal of Shandong Agricultural Sciences, 2018, 50(4): 16-21.)

[3] 阿如娜. 内蒙古自治区大豆生产影响因素分析及对策研究 [D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2016. (A R N. Analysis of influencing factors and countermeasures of soybean production in Inner Mongolia Autonomous Region[D]. Hohhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2016.)

[4] 孙贵荒,张仁双,孙恩玉,等. 辽宁省主要大豆品种系谱构成 和细胞质来源分析[J]. 辽宁农业科学, 1998(1): 33-36. (SUN G H, ZHANG R S, SUN E Y, et al. Pedigree composition and cytoplasmic source analysis of main soybean varieties in Liaoning Province[J]. Journal of Liaoning Agricultural Sciences, 1998(1): 33-36.)

[5] 庄巧生. 中国小麦品种改良及系谱分析[M]. 北京: 中国农业 出版社, 2003. (ZHUANG Q S. Variety improvement and pedigree analysis of wheat in China [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003.)

[6] 刘志铭,张晓龙,兰进好. 1979—2020 年我国玉米品种审定情 况回顾与展望[J]. 玉米科学, 2021, 29(2): 1-7, 15. (LIU Z M, ZHANG X L, LAN J H. Review and prospect of maize variety approval in China from 1979 to 2020 [J]. Journal of Maize Science, 2021, 29(2): 1-7, 15.)

[7] 徐卓然. 大豆始花期、盛花期和株高的关联分析及候选基因鉴 定[D]. 武汉: 华中农业大学,2018. (XU Z R. Correlation analysis of initial flowering stage, full flowering stage and plant

height of soybean and identification of candidate genes [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2018.)

[8] 龚岫,张盼盼,冯乃杰,等. 不同结荚习性大豆品种根系的时 空分布特征[J]. 中国油料作物学报, 2016, 38(4): 431-442. (GONG S, ZHANG P P, FENG N J, et al. Spatial and temporal distribution characteristics of root system of soybean cultivars with different pod bearing habits[J]. Chinese Journal of Oil Crops, 2016, 38(4): 431-442.)

[9] 胡国玉,李杰坤,黄志平,等. 不同结荚习性夏大豆种质的农 艺表现及其与产量的相关分析[J]. 植物遗传资源学报, 2014, 15(2): 417-422. (HU G Y, LI J K, HUANG Z P, et al. Analysis on the agronomic performance of summer soybean germplasm with different pod bearing habits and its correlation with yield [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2014, 15(2): 417-422.)

[10] 范元芳,杨峰,刘沁林,等. 套作荫蔽对苗期大豆叶片结构和光 合荧光特性的影响[J]. 作物学报, 2017, 43(2): 277-285. (FAN Y F, YANG F, LIU Q L, et al. Effects of intercropping shading on leaf structure and photosynthetic fluorescence characteristics of soybean at seedling stage[J]. Acta Agronomica Sinica, 2017, 43(2): 277-285.)

[11] 陈强,闫龙,冯燕,等. 大豆百粒重 QTL 定位及多样性评价 [J]. 中国农业科学, 2016, 49(9): 1639-1656. (CHEN Q, YAN L, FENG Y, et al. Scientia Agricultura Sinica, 2016, 49(9): 1639-1656.)

[12] 任海红,马俊奎,刘学义,等. 山西省审定大豆品种主要农艺 性状、产量及品质的演变分析[J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(6): 762-768. (REN H H, MA J K, LIU X Y, et al. Analysis on the evolution of main agronomic characters, yield and quality of soybean cultivars in Shanxi Province [J]. Chinese Journal of Oil Crops, 2018, 40(6): 762-768.)

[13] 刘明,卜伟召,杨文钰,等. 山东间作大豆产量与主要农艺性状 关联分析[J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(3): 344-351. (LIU M, BU W Z, YANG W Y, et al. Correlation analysis between yield and main agronomic traits of intercropped soybean in Shandong Province [J]. Chinese Journal of Oil Crops, 2018, 40(3): 344-351.)

[14] 魏荷,王金社,卢为国. 大豆籽粒蛋白质含量分子遗传研究 进展[J]. 中国油料作物学报, 2015, 37(3): 394-400. (WEI H, WANG J S, LU W G. Advances in molecular genetics of grain protein content in soybean [J]. Chinese Journal of Oil Crops, 2015, 37(3): 394-400.)

[15] VOLDENG H D, COBER E R, HUME D J. Fifty-eight years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada [J]. Crop Science, 1997, 37: 428-431.

[16] WILCOX J R, CAVINS J F. Backcrossing high seed protein to a soybean cultivar[J]. Crop Science, 1995, 35: 1036-1041.

[17] 乐帅,廖洋,何冰冰,等. 58 份大豆种质资源蛋白质及脂肪含 量分析[J]. 江汉大学学报(自然科学版), 2021, 49(4): 33-39. (LE S, LIAO Y, HE B B, et al. Analysis of protein and fat content of 58 soybean germplasm resources [J]. Journal of Jiangnan University (Natural Science Edition), 2021, 49(4): 33-39.