

## 1983–2019年安徽省夏大豆品种主要性状变化趋势分析

王大刚<sup>1</sup>, 陈圣男<sup>1,2</sup>, 于国宜<sup>3</sup>, 李杰坤<sup>1</sup>, 韩千笑<sup>2</sup>, 吴倩<sup>1</sup>, 胡国玉<sup>1</sup>, 黄志平<sup>1\*</sup>

(1. 安徽省农业科学院作物研究所/农作物品质改良安徽省重点实验室, 安徽 合肥, 230031;

2. 福建农林大学根系生物学研究中心, 福建 福州, 350002;

3. 安徽农垦龙亢农场, 安徽 蚌埠, 233426)

**摘要:**通过对 105 份安徽省 1983–2019 年培育的夏大豆品种进行分析, 研究产量、品质和抗病性之间的相关性及其变化趋势。结果显示, 普通夏大豆品种有 100 份, 占 95.24%, 杂交夏大豆有 5 份, 占 4.76%。大豆主要农艺性状中变异幅度最大的是有效分枝, 全生育期和蛋白质脂肪总量变异幅度最小。相关性分析表明, 产量与株高极显著负相关( $r=-0.318$ ), 与百粒重极显著正相关( $r=0.269$ )。蛋白含量与脂肪含量呈极显著负相关( $r=-0.586$ ), 与蛋脂总量呈极显著正相关( $r=0.809$ )。百粒重、产量和脂肪含量随年份更替均呈极显著上升, 年平均升高量分别为 0.06 g、16.59 kg·hm<sup>-2</sup> 和 0.02%; 全生育期变化不大, 株高、有效分枝、蛋白含量和蛋脂总量以年平均 0.23 cm、0.03 个、0.07% 和 0.05% 呈极显著下降趋势。2007–2019 年安徽省审定的 64 份大豆品种对 SMV 优势株系 SC3 和 SC7 抗性均达到高抗和抗病的分别有 3 和 11 份, 占比分别为 4.69% 和 17.19%, 属于抗病型(高抗+抗病)和中间型(中抗+中感)的品种数分别为 28 和 35 份, 占比为 43.75% 和 54.69%。显著性分析发现对 SMV 具有抗病型和中间型的品种其平均产量和蛋脂总量差异不显著。综上可知, 在进行高产育种的同时, 协同改良品种的抗病性与品质是安徽省大豆持续发展的一个重要方向。

**关键词:**夏大豆; 品种; 产量; 品质; 抗性

中图分类号: S565.1

文献标识码: A

文章编号: 1007-9084(2021)03-0510-08



OSID

## Analysis on trends of main traits for summer soybean varieties released in Anhui from 1983 to 2019

WANG Da-gang<sup>1</sup>, CHEN Sheng-nan<sup>1,2</sup>, YU Guo-yi<sup>3</sup>, LI Jie-kun<sup>1</sup>, HAN Qian-xiao<sup>2</sup>, WU Qian<sup>1</sup>, HU Guo-yu<sup>1</sup>, HUANG Zhi-ping<sup>1\*</sup>

(1. Crop Institute of Anhui Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Crop Quality Improvement of Anhui Province, Hefei 230031, China; 2. Root Biology Center, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 3. Anhui Longkang Farm of Land-Reclamation, Bengbu 233426 China)

**Abstract:** To improve soybean varieties and develop the soybean industry in Anhui, the changing trends of yield, quality and resistance related traits for 105 soybean varieties released in Anhui Province from 1983 to 2019 and their intrinsic connections were analyzed. The results showed that there were 100 normal summer soybean varieties, accounting for 95.24%, and 5 hybrid soybean varieties, accounting for 4.76%. The variation range of effective branch number was the maximum in these main traits, while that of growth periods and total protein and fat content was the smallest. The correlation analysis showed that, yield had extremely significant negative relation with plant height ( $r=-0.318$ ), had extremely significant positive relation with 100-seed weight ( $r=0.269$ ); the protein content had extremely significant negative relation with fat content ( $r=-0.586$ ) and had extremely significant positive relation with total protein and fat content ( $r=0.809$ ); 100-seed weight, yield and fat content significantly increased with average annual improvements of 0.06 g, 16.59 kg·hm<sup>-2</sup> and 0.02%, respectively. Meanwhile plant height, effective branch number, protein content and total protein and fat content was very significantly reduced by 0.23 cm, 0.03,

收稿日期: 2020-05-12

基金项目: 国家自然科学基金(31571687); 安徽省重点研发计划(202004a06020034); 安徽省自然科学基金(1708085MC69); 国家大豆产业技术体系建设专项资金(CARS-04-PS07); 安徽省重大科技专项(18030701178)

作者简介: 王大刚, 男, 安徽霍邱人, 博士, 副研究员, 主要从事大豆分子遗传育种工作, E-mail: smvwang@163.com

\* 通讯作者: 黄志平, 男, 安徽枞阳人, 研究员, 主要从事大豆遗传育种工作, E-mail: hzhpsy@163.com

0.07% and 0.05% per year respectively. The annual average of growth periods remained stable from 1983 to 2019. Among 64 soybean varieties released in Anhui Province from 2007 to 2019, 3 (4.69%) and 11 (17.19%) varieties were high resistant and resistant to both soybean mosaic virus strains SC3 and SC7, and 28 (43.75%) and 35 (54.69%) belonged to resistant type or intermediate type, including moderate resistance and moderate susceptibility, respectively. Significance analysis showed that there was no significant difference in average yield and total protein and fat content between the resistant and intermediate types of SMV. In summary, high-yield breeding, simultaneously improving the disease resistance and quality of varieties is an important direction for the sustainable development of soybeans in Anhui Province.

**Key words:** summer soybean; varieties; yield; quality; resistance

大豆(*Glycine max* (L.) Merr.)起源于我国,为豆科(*Leguminosae*)、蝶形花亚科(*Papilionatae*)大豆属一年生草本植物,迄今已有近五千年的栽培历史,是我国重要的植物蛋白和食用油脂的来源,同时也是世界上重要的粮食与经济作物。虽然近四十年来我国大豆产量一直在稳步提升,但与小麦、玉米和水稻等作物相比,增产幅度还有差距<sup>[1]</sup>,特别是安徽省的大豆产量相对较低。通过对不同年代育成大豆品种的主要性状进行分析,可明确大豆育种发展的趋势,对提高大豆育种水平具有重要作用。

近年来,众多学者针对不同时期国审<sup>[2–4]</sup>、吉林<sup>[5,6]</sup>、山东<sup>[7]</sup>、河南<sup>[8,9]</sup>、陕西<sup>[10]</sup>、山西<sup>[11]</sup>和黑龙江<sup>[12,13]</sup>等省审大豆品种的产量和品质性状变化进行了大量研究和分析,有利于推动当地大豆育种水平的提高。刘章雄等<sup>[14]</sup>研究发现北京市品种总体的遗传背景丰富,但随年代推移,遗传多样性有逐渐降低的趋势。降低大豆品种间的同质化,拓宽大豆育成品种的遗传基础对提高大豆产量十分必要<sup>[15,16]</sup>。

安徽省是我国黄淮海生态区种植大豆面积最大的区域,也是我国高蛋白大豆的主产区<sup>[17]</sup>。王路路等<sup>[18]</sup>对1980–2014年安徽省大豆育成的品种进行了初步分析,为后续品种的选育提供了必要的信息。然而文章对品种数据的发掘还有待深入,特别是对大豆花叶病毒(Soybean mosaic virus, SMV)抗性的时空演变特征未曾提及。SMV是我国大豆生产的重要病害之一,于国宜等<sup>[19]</sup>、黄志平等<sup>[20]</sup>和王大刚等<sup>[21]</sup>筛选了一批抗性品系,完成了遗传分析和抗性基因的克隆<sup>[22,23]</sup>,为抗SMV育种奠定了基础。

本研究通过对1983–2019年安徽省审定夏大豆品种数据库的查阅和整理,分析大豆品种产量和品质相关性状的变化趋势及其关系,探索不同年代大豆抗病性的变化趋势和不同抗病类型品种产量和品质性状的表现及其相关性,旨在为大豆品种更替以及对产量、品质及抗性的选择提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源

1983年安徽省第一个夏大豆品种皖豆1号通过审定,截至2019年,安徽省农作物品种审定委员会共审定105份夏大豆品种。105份夏大豆品种的产量、品质、主要农艺性状及抗性数据来源于安徽省农作物品种审定委员会发布的公告、中国种业大数据平台(<http://202.127.42.47:6010/SDSite/Home/Index>)和《黄淮海大豆改良种质》<sup>[17]</sup>。

### 1.2 数据处理

由于涉及的品种年代跨度较大,个别数据无法查找,统计时按照缺项处理。运用Microsoft Excel 2007软件进行数据的标准化处理,SPSS statistics 19.0进行回归和相关性分析,显著性分析采用Tukey法。

## 2 结果与分析

### 2.1 审定概况

1983–2019年安徽省审定的夏大豆品种共105份(表1),其中科研院所及高等院校育成的品种数最多,有73份,占69.52%,其次是企业选育的品种,有28份,占26.67%。在育种方法上,通过有性杂交系谱法选育的品种数有100份,占95.24%。如果按照选育品种的类型进行划分,普通夏大豆品种有100份,占95.24%,杂交夏大豆有5份,占4.76%。为了便于分析,将105份审定的夏大豆品种分成1983–1992年、1993–2002年、2003–2012年和2013–2019年4个时期来看,结果发现每个时期审定通过的品种均有增加,分别为15、21、26和43份(表1)。

由表2可以看出,1983–2019年审定的夏大豆品种主要农艺性状中变异幅度最大的是有效分枝,变异范围为0.70~4.50个,平均值为2.18个,变异系数为34.82%,表明这些审定的品种有效分枝数差异较大。株高、百粒重和产量的变异幅度次之,变

表1 1983–2019年安徽省审定夏大豆品种信息

Table 1 Information of summer soybean varieties released in Anhui from 1983 to 2019 (品种数/% No./%)

| 年份<br>Years | 育成单位 Breeding unit                |                                      |                                                  | 育种方法 Breeding method       |                      | 品种类型 Variety type         |                           | 合计<br>Total |
|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
|             | 企业选育<br>By enterprise<br>breeding | 院校选育<br>By institutes or<br>colleges | 院企合作<br>By institute-enter-<br>prise cooperation | 杂交选育<br>Hybridiza-<br>tion | 其它方法<br>Other method | 普通大豆<br>Normal<br>soybean | 杂交大豆<br>Hybrid<br>soybean |             |
| 1983–1992   | 2/1.90                            | 12/11.43                             | 1/0.95                                           | 12/11.43                   | 3/2.86               | 15/14.29                  | 0/0.00                    | 15/14.29    |
| 1993–2002   | 3/2.86                            | 16/15.24                             | 2/1.90                                           | 19/18.10                   | 2/1.90               | 21/20.00                  | 0/0.00                    | 21/20.00    |
| 2003–2012   | 8/7.62                            | 18/17.14                             | 0/0.00                                           | 26/23.81                   | 0/0.00               | 23/21.90                  | 3/2.86                    | 26/24.76    |
| 2013–2019   | 15/14.29                          | 27/25.71                             | 1/0.95                                           | 43/40.95                   | 0/0.00               | 41/39.05                  | 2/1.90                    | 43/40.95    |
| 合计 Total    | 28/26.67                          | 73/69.52                             | 4/3.81                                           | 100/95.24                  | 5/4.76               | 100/95.24                 | 5/4.76                    | 105/100.00  |

表2 1983–2019年安徽省审定夏大豆品种产量和品质性状的分析

Table 2 Analysis of yield and quality traits of summer soybean varieties released in Anhui from 1983 to 2019

| 性状 Trait                          | 平均 Mean | 范围 Range        | 标准偏差 Std.D | 变异系数 CV / % |
|-----------------------------------|---------|-----------------|------------|-------------|
| 株高 Plant height / cm              | 70.99   | 49.00~105.00    | 10.17      | 14.33       |
| 有效分枝 Effective branch number      | 2.18    | 0.70~4.50       | 0.76       | 34.82       |
| 百粒重 100-seed weight / g           | 19.57   | 13.50~30.00     | 2.70       | 13.81       |
| 全生育期 Growth periods / d           | 102.63  | 95.00~118.00    | 3.34       | 3.26        |
| 产量 Yield / (kg·hm <sup>-2</sup> ) | 2531.79 | 1474.50~3006.60 | 307.98     | 12.16       |
| 蛋白含量 Protein content / %          | 43.06   | 34.43~48.16     | 2.38       | 5.54        |
| 脂肪含量 Fat content / %              | 20.11   | 16.25~23.59     | 1.40       | 6.96        |
| 蛋脂总量 Total fat and protein / %    | 63.17   | 57.78~68.10     | 1.93       | 3.06        |

异系数分别为14.33%、13.81%和12.16%。蛋白含量的变异幅度为34.43%~48.16%，平均值为43.06%，变异系数为5.54%；脂肪含量的变异幅度为16.25%~23.59%，平均值为20.11%，变异系数为6.96%，脂肪含量的变异系数略大于蛋白含量的变异系数；全生育期和蛋脂总量的变异幅度最小，变异系数分别为3.26%和3.06%。这些主要农艺性状近四十年的演变说明大豆高产及产量构成因子的组成方式在不断地被更新和提高，而蛋白、脂肪及蛋脂总量的变异幅度相对较小，则说明安徽省大豆蛋白和脂肪的形成条件比较稳定，品种培育在追求高产的同时也注重了优质。

## 2.2 主要性状间的相关性分析

从表3可以看出，在105份大豆品种中，产量与品质性状的相关性均不显著，与蛋白含量、脂肪含量和蛋脂总量的相关系数分别为-0.082、0.037和-0.074；与株高极显著负相关( $r=-0.318$ )，与百粒重极显著正相关( $r=0.269$ )。蛋白含量与脂肪含量呈极显著负相关( $r=-0.586$ )，与蛋脂总量呈极显著正相关( $r=0.809$ )，与有效分枝显著正相关( $r=0.236$ )。脂肪含量与株高呈显著正相关( $r=0.211$ )，与有效分枝呈极显著负相关( $r=-0.331$ )。蛋脂总量与株高、有效分枝、全生育期、产量及脂肪含量的相

关性均不显著，与百粒重呈极显著正相关( $r=0.298$ )。

## 2.3 产量和品质性状随年份更替的变化

1983–2019年安徽省审定大豆品种的株高随年份更替呈极显著下降趋势( $R^2=0.0602$ ,  $P<0.01$ , 图1A)，其中1990年审定品种平均株高最高，为90.00 cm，2008年最低，为53.50 cm。就品种而言，株高最高的105.00 cm(2006年，皖豆27)，最低为49.00 cm(2008年，潍科998)，品种间差异较大，达56.00 cm。

有效分枝方面，随年份更替呈极显著下降趋势( $R^2=0.0336$ ,  $P<0.01$ , 图1B)，其中1990年的平均有效分枝数最多，为4.00个，2016年最少，为1.48个。有效分枝最多的品种为1986年审定的皖豆4号，有4.50个分枝。

1983–2019年安徽省审定夏大豆品种的百粒重总体平均为19.57 g(表2)，百粒重随年份更替呈极显著上升趋势( $R^2=0.0733$ ,  $P<0.01$ , 图1C)。1996年的百粒重最高，为22.00 g，2008年最低，为15.50 g。百粒重最大的品种为30.00 g(1996年，皖豆15)，最小为13.50 g(1998年，皖豆19)。

总体来看，1983–2019年安徽省审定大豆品种的平均产量随年份更替呈极显著上升趋势( $R^2=0.3077$ ,  $P<0.01$ , 图1D)，年平均提高16.59 kg·

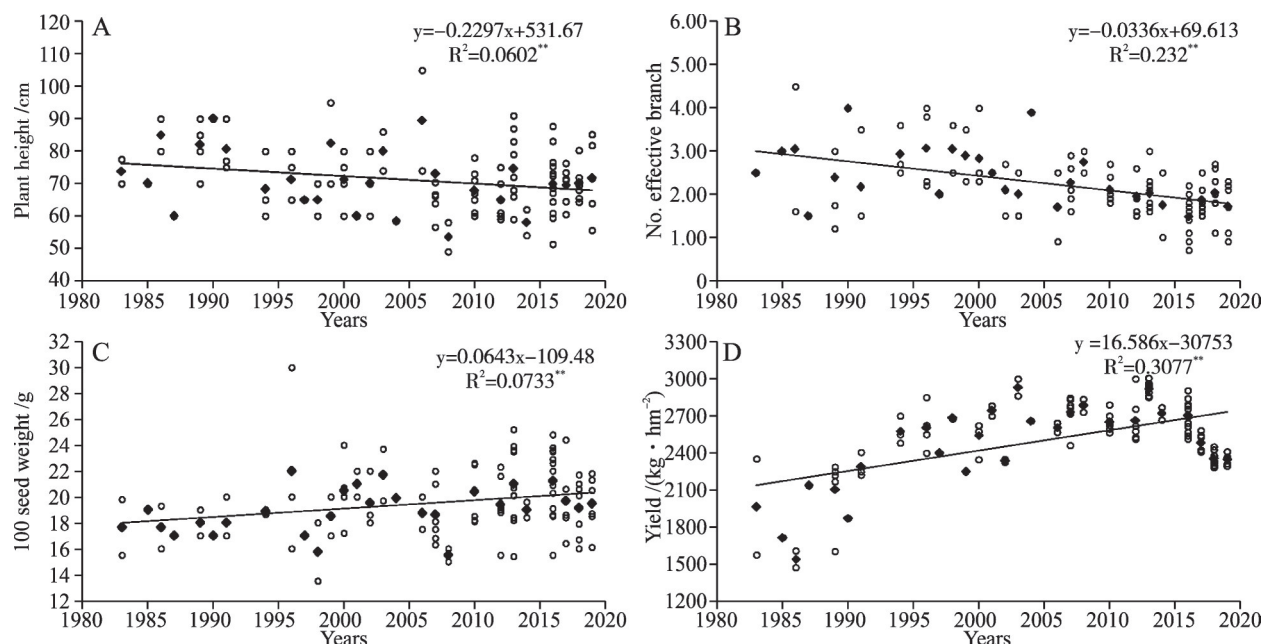
表3 1983–2019年安徽省审定夏大豆品种主要性状间的相关性分析

Table 3 Correlation analysis for main traits of summer soybean varieties released in Anhui from 1983 to 2019

| 性状 Traits                    | 株高<br>Plant height | 有效分枝<br>Effective branch number | 百粒重<br>100 seed weight | 全生育期<br>Growth periods | 产量<br>Yield | 蛋白含量<br>Protein content | 脂肪含量<br>Fat content | 蛋脂总量<br>Total content |
|------------------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|-------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| 株高 Plant height              | 1.000              |                                 |                        |                        |             |                         |                     |                       |
| 有效分枝 Effective branch number | -0.077             | 1.000                           |                        |                        |             |                         |                     |                       |
| 百粒重 100-seed weight          | 0.019              | -0.184                          | 1.000                  |                        |             |                         |                     |                       |
| 全生育期 Growth periods          | 0.122              | 0.127                           | -0.016                 | 1.000                  |             |                         |                     |                       |
| 产量 Yield                     | -0.318**           | -0.174                          | 0.269**                | -0.095                 | 1.000       |                         |                     |                       |
| 蛋白含量 Protein content         | -0.013             | 0.236*                          | 0.189                  | -0.016                 | -0.082      | 1.000                   |                     |                       |
| 脂肪含量 Fat content             | 0.211*             | -0.331**                        | 0.091                  | 0.024                  | 0.037       | -0.586**                | 1.000               |                       |
| 蛋脂总量 Total fat and protein   | 0.137              | 0.051                           | 0.298**                | -0.087                 | -0.074      | 0.809**                 | 0.001               | 1.000                 |

注:表中\*和\*\*分别代表5%和1%显著水平

Note: \*and \*\* represent significance at 5% and 1% probability level, respectively



注:1. ○:单个品种;2. ◆:当年审定品种的平均值;3. 以年平均值进行线性拟合

Note: 1. ○: Single variety point; 2. ◆: Average values for each year; 3. Linear curves were fitted by annual average values

图1 1983–2019年安徽省审定夏大豆品种株高(A)、有效分枝(B)、百粒重(C)、产量(D)的变化趋势

Fig. 1 Trends of plant height (A), effective branch number (B), 100-seed weight (C) and yield (D) for summer soybean varieties released in Anhui from 1983 to 2019

hm<sup>-2</sup>,但全生育期整体呈稳定趋势(图2A)。品种平均产量最高的年份是2013年,达2931.45 kg·hm<sup>-2</sup>,最低的年份是1986年,为1542.00 kg·hm<sup>-2</sup>。就单个品种而言,2013年通过审定的品种远育6号产量最高,达3006.60 kg·hm<sup>-2</sup>,产量最低的品种为1986年审定的皖豆3号,仅1474.50 kg·hm<sup>-2</sup>。

1983–2019年安徽省审定夏大豆品种的蛋白含量总体平均虽然仍达43.06%(表2),但随年份变化呈极显著下降趋势(R<sup>2</sup>=0.1218, P<0.01,图2B),蛋白绝对值含量年平均下降约0.07%,2003年的蛋白

含量最大,为47.18%,2017年最低,为40.51%。蛋白含量最高为48.16%(2003年,地神22),最低为34.43%(2013年,远育6号)。

脂肪含量随年份更替呈极显著上升趋势(R<sup>2</sup>=0.0352, P<0.01,图2C),年平均绝对值含量每年上升0.02%。其中,2013年的脂肪含量达到最大(21.11%),而2001年最低(18.40%)。脂肪含量最高为23.59%(2016年,中黄76),最低为16.25%(2003年,地神22)。

蛋脂总量随年份更替呈极显著下降趋势(R<sup>2</sup>=

0.0895,  $P < 0.01$ , 图2D), 总体平均含量为63.17%, 年平均含量每年下降0.05%。蛋脂总量最大值为65.92%(2003年), 最小值为60.79%(1997年)。蛋脂总量最高达68.10%(1991年, 皖豆12), 其次为67.78%(2016年, 皖豆38), 最低为57.78%(2013年, 远育6号)。

#### 2.4 安徽省历年审定大豆品种的抗性变化

大豆花叶病毒病是安徽、乃至全国大豆生产上最重要的病毒病害。从1983年安徽省开始品种审定起, SMV就作为一个重要病害进行鉴定, 然而当时安徽省SMV的优势株系尚未确定, 所以2006年以前对SMV的鉴定多以田间为主。鉴定结果显示, 1983–2006年安徽省审定的41份大豆品种中, 有1份表现高抗, 占2.44%, 23份表现抗病, 占56.10%, 17份表现较抗, 占41.46%。对SMV表现高抗的品种为1996年通过审定的皖豆16, 该品种同时高抗胞囊线虫, 也是高蛋白(45.10%)和双高品种(66.50%)<sup>[17]</sup>。

2007年起, 安徽省确定了SMV优势株系为SC3和SC7, 同时将人工接种这2个株系的抗性鉴定纳入到品种区域试验中。对抗性鉴定结果显示(表4), 2007–2019年安徽省审定的64份大豆品种对SC3表现高抗的有6份, 占比为9.38%, 表现抗病的有22份, 占34.38%; 对SC7表现高抗的有7份, 抗

病的有18份, 占比分别为10.94%和28.13%; 对SC3和SC7抗性表现均达到高抗和抗病的分别有3和11份, 占比分别为4.69%和17.19%(表4)。综合来看, 对SC3和SC7表现高抗和抗病的品种数总和分别为28和25份, 占总数的比例分别为43.76%和39.07%, 说明这些审定大豆品种对SMV优势株系表现抗病的比例均超过三分之一。未发现对弱毒株系SC3表现高感的品种, 表现感病的品种也仅有1份, 占比为1.56%; 对强毒株系SC7表现感病的有7份, 占10.94%, 表现高感的2份, 占3.13%, 说明部分审定大豆品种对SMV强毒株系的抗性仍需加强。

对SMV株系SC3抗性表现是安徽省大豆新品种能否审定的一个重要指标<sup>[24]</sup>, 如果把不同年份的审定品种对SC3抗性按照抗病型(高抗+抗病)、中间型(中抗+中感)和感病型(感病+高感)来划分(图3), 2007–2019年安徽省审定的64份大豆品种中仅有1份属于感病型, 属于抗病型和中间型的品种数分别为28和35份, 占比为43.76%和54.69%。同时抗病型的品种数和比率在近4年中有1年持平, 两年超过了中间型的品种, 这为安徽省SMV病害防控奠定了坚实的基础。

大豆产量和品质与抗性之间存在一个动态的平衡, 在提高抗性的同时又能保障高产和优质是抗

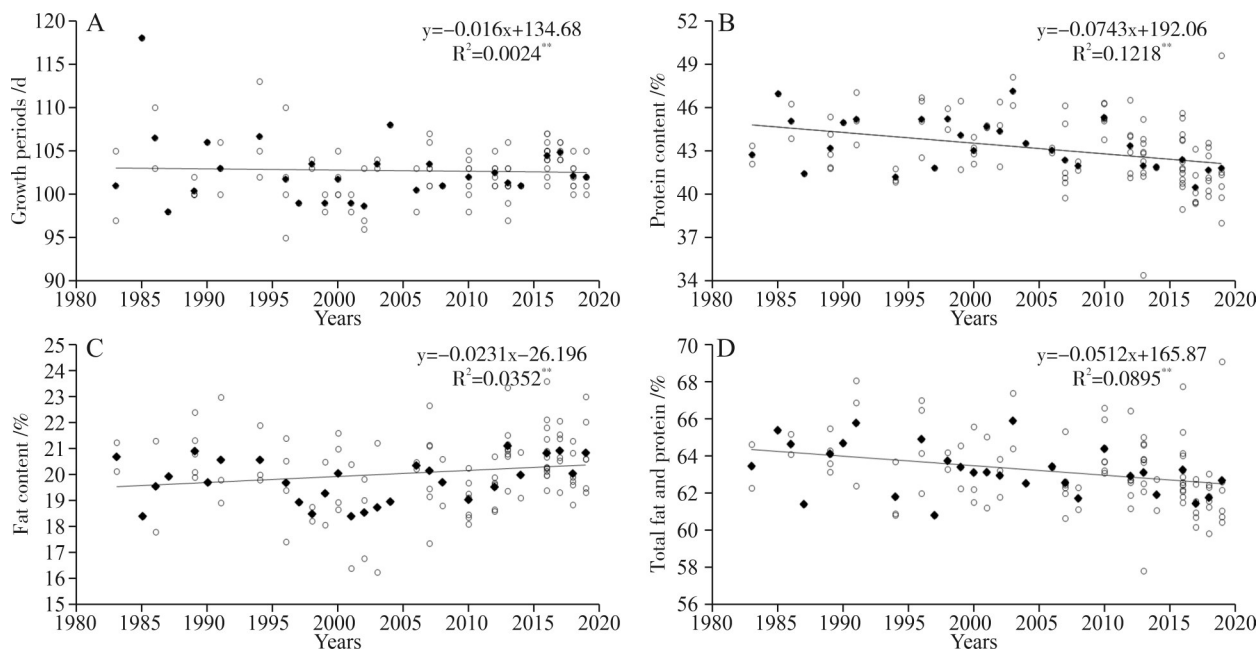


图2 1983–2019年安徽省审定夏大豆品种全生育期(A)、蛋白含量(B)、脂肪含量(C)、蛋脂总量(D)的变化趋势

Fig. 2 Trends of growth periods (A), protein content (B), fat content (C) and total fat and protein content (D) for summer soybean varieties released in Anhui from 1983 to 2019

表4 2007–2019年安徽省审定夏大豆品种对SMV株系SC3和SC7的抗性分布

Table 4 Resistance distribution of the summer soybean varieties released in Anhui from 2007 to 2019 infected by SC3 and SC7 respectively

| 抗性结论              |      | SC7     |          |          |          |         |        | 合计 Total/% |
|-------------------|------|---------|----------|----------|----------|---------|--------|------------|
| Resistance result |      | HR/%    | R/%      | MR/%     | MS/%     | S/%     | HS/%   |            |
| SC3               | HR/% | 3/4.69  | 1/1.56   | 1/1.56   | 1/1.56   | 0/0.00  | 0/0.00 | 6/9.38     |
|                   | R/%  | 2/3.13  | 11/17.19 | 5/7.81   | 2/3.13   | 1/1.56  | 1/1.56 | 22/34.38   |
|                   | MR/% | 2/3.13  | 5/7.81   | 6/9.38   | 7/10.94  | 2/3.13  | 0/0.00 | 22/34.38   |
|                   | MS/% | 0/0.00  | 1/1.56   | 1/1.56   | 7/10.94  | 3/4.69  | 1/1.56 | 13/20.31   |
|                   | S/%  | 0/0.00  | 0/0.00   | 0/0.00   | 0/0.00   | 1/1.56  | 0/0.00 | 1/1.56     |
|                   | HS/% | 0/0.00  | 0/0.00   | 0/0.00   | 0/0.00   | 0/0.00  | 0/0.00 | 0/0.00     |
| 合计 Total/%        |      | 7/10.94 | 18/28.13 | 13/20.31 | 17/26.56 | 7/10.94 | 2/3.13 | 64/100.00  |

注:HR=高抗,R=抗病,MR=中抗,MS=中感,S=感病,HS=高感

Note: HR=High resistance; R=Resistance; MR=Moderate resistance; MS=Moderate susceptibility; S=Susceptibility; HS=High susceptibility

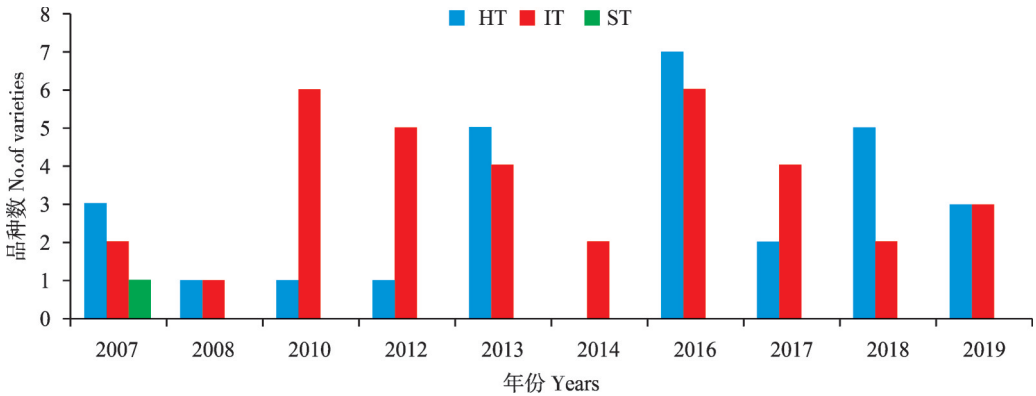
病育种的首要选择。2007–2019年由于只有1份品种属于感病型,于是仅比较分析了抗病型与中间型品种间主要性状的差异。结果发现,抗病型的株高、产量和脂肪含量3个性状的平均值高于中间型,而有效分枝、百粒重、蛋白含量和蛋脂总量的平均值正好相反,全生育期的平均值与两者相同(表5)。其中,抗病型蛋白含量的平均值显著低于中间型,而中间型脂肪含量的平均值极显著低于抗病型。抗病型大豆品种的株高、百粒重、全生育期、产量和脂肪含量的变异系数大于中间型,而有效分枝、蛋白含量和蛋脂总量的变异系数正好相反。不过上述8个主要性状在抗病型和中间型间的变异系数差异均不大,最大的是株高,差异为2.37%,最小的是蛋白含量,变异系数差异为0.04%。

3 讨论

本研究通过对1983–2019年安徽省审定夏大豆品种的数据进行分析,结果显示主要农艺性状变异

系数中有效分枝和株高最大(表2),分别为34.82%和14.33%,这与前期研究结果<sup>[25]</sup>较一致。郑伟等<sup>[26]</sup>和任海红等<sup>[11]</sup>研究发现产量与有效分枝数呈极显著负相关,本研究相关性分析也表明有效分枝的增加并不能有效提高大豆的产量(负相关,不显著)。

本研究结果还显示大豆产量与百粒重呈极显著正相关,与株高呈极显著负相关,这与郑伟等<sup>[26]</sup>、王路路等<sup>[18]</sup>和任海红等<sup>[11]</sup>的结果有一定差异。一方面王路路等<sup>[18]</sup>关于大豆产量提高与百粒重没有必然联系的结论缺乏相关性分析作为支撑,其与郑伟等<sup>[26]</sup>结果也不一致;另一方面,与黑龙江、山西等雨水较少的地方相比,安徽大豆生长期间恰逢梅雨季节,降水较多<sup>[27,28]</sup>,导致高秆大豆容易倒伏,产量降低。同时,对1983–2019年安徽省审定夏大豆品种的发展趋势分析显示,株高以年平均0.23 cm降低,百粒重以年平均0.06 g增加。王大刚等<sup>[25]</sup>研究发现大豆百粒重对产量的直接正效作用仅次于单株粒数,百粒重对于产量具有重要的贡献。



注:RT=抗病型,IT=中间型,ST=感病型

Note: RT= Resistant type, IT= Intermediate type, ST= Susceptible type

图3 2007–2019年安徽省审定夏大豆品种对SC3的抗性变化

Fig. 3 The resistant change of soybean varieties to SC3 released in Anhui during 2007–2019

表5 2007–2019年安徽省审定夏大豆品种RT和IT间主要性状表现及显著性分析

Table 5 Significant analysis for main traits between RT and IT of summer soybean varieties released in Anhui from 2007 to 2019

| 性状<br>Traits                        | 抗性水平<br>Resistance level | 品种数<br>No. of varieties | 平均<br>Mean | 范围<br>Range     | 标准偏差<br>Std.D | 变异系数%<br>CV/% |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------|-----------------|---------------|---------------|
| 株高<br>Plant height /cm              | RT                       | 28                      | 69.46      | 51.30~91.00     | 9.78          | 14.08         |
|                                     | IT                       | 35                      | 68.37      | 49.00~87.00     | 8.00          | 11.71         |
| 有效分枝<br>No. effective branch        | RT                       | 28                      | 1.87       | 0.90~3.00       | 0.51          | 27.17         |
|                                     | IT                       | 35                      | 1.92       | 0.70~3.00       | 0.54          | 27.91         |
| 百粒重<br>100 seed weight /g           | RT                       | 28                      | 19.64      | 15.50~23.90     | 2.60          | 13.23         |
|                                     | IT                       | 35                      | 20.19      | 15.00~25.20     | 2.63          | 13.03         |
| 全生育期<br>Growth periods /d           | RT                       | 28                      | 103.00     | 97.00~107.00    | 2.23          | 2.17          |
|                                     | IT                       | 35                      | 103.00     | 98.00~107.00    | 2.18          | 2.12          |
| 产量<br>Yield /(kg·hm <sup>-2</sup> ) | RT                       | 28                      | 2644.99    | 2284.50~3006.60 | 226.27        | 8.55          |
|                                     | IT                       | 35                      | 2631.14    | 2298.75~3000.00 | 185.68        | 7.06          |
| 蛋白含量<br>Protein content /%          | RT                       | 28                      | 41.62*     | 34.43~46.36     | 2.27          | 5.45          |
|                                     | IT                       | 35                      | 42.98      | 39.40~49.65     | 2.36          | 5.49          |
| 脂肪含量<br>Fat content /%              | RT                       | 28                      | 20.80**    | 17.36~23.59     | 1.32          | 6.33          |
|                                     | IT                       | 35                      | 20.02      | 18.10~22.12     | 1.08          | 5.37          |
| 蛋脂总量<br>Total content /%            | RT                       | 28                      | 62.42      | 57.78~66.62     | 1.54          | 2.47          |
|                                     | IT                       | 35                      | 63.00      | 59.81~69.13     | 2.07          | 3.28          |

注: RT=抗病型, IT=中间型, ST=感病型

Note: RT= Resistant type, IT= Intermediate type, ST= Susceptible type

本研究结果显示蛋白含量与百粒重呈正相关,与脂肪含量呈极显著负相关,与蛋脂总量呈极显著正相关,这与王大刚等<sup>[25]</sup>的研究结论相一致,而安徽大豆产量与蛋白、脂肪和蛋脂总量相关性不显著的分析结果与任海红等<sup>[11]</sup>相一致,但与王大刚等<sup>[25]</sup>的结论有差异。这种差异可能是由于本文和任海红等<sup>[11]</sup>都是利用品种当年审定时的数据进行分析的,由于年份间的降水量、温度和日照时数等不同,其结果可能与不同品种在同一年份同一地块内的表现有差异。

本研究中,株高、有效分枝、蛋白含量和蛋脂总量均随年份更替呈极显著下降趋势,百粒重、产量和脂肪含量则均呈极显著上升,全生育期变化不大。其中,百粒重和产量、脂肪含量的变化趋势与前人的研究结果较为一致<sup>[10,11,26]</sup>。屈洋等<sup>[10]</sup>研究发现1978–2016年陕西省大豆品种粗蛋白含量增加、粗脂肪含量降低,这与李伟等<sup>[7]</sup>结论相一致,但与仲冬雪等<sup>[13]</sup>和本研究的结果相反。这可能与安徽省地处高蛋白大豆产区,平均蛋白含量(43.06%)高于陕西省(42.20%)和山东省(39.93%)部分时期的平均蛋白含量<sup>[7,10]</sup>有关。

2007–2019年安徽省审定大豆品种对SMV优势株系SC3和SC7抗性均达到高抗和抗病的分别有3和11份,占比分别为4.69%和17.19%,特别是对

SC3表现抗病型和中间型的品种比率达到98.44%,这对限制SMV的危害起到了重要作用<sup>[19–21]</sup>。本研究发现,抗病型品种蛋白含量的平均值显著低于中间型,而中间型脂肪含量的平均值极显著低于抗病型,但蛋脂总量和产量差异不显著,这个结果与蛋白含量、脂肪含量及抗性水平年度间的变化趋势相一致。因此,今后安徽省在不断提高大豆产量的同时,选育优质的品种并增强其抗性,对三者进行协同改良是可行的。

#### 4 结论

研究发现1983–2019年安徽省通过审定的夏大豆品种数共有105份,其株高、有效分枝、蛋白含量和蛋脂总量随年份更替均呈极显著下降趋势,百粒重、产量和脂肪含量则均呈极显著上升,全生育期变化不大。2007–2019年安徽省审定的64份大豆品种对SMV株系SC3和SC7表现抗病型(高抗+抗病)和中间型(中抗+中感)的品种数分别为28和35份,占比为43.75%和54.69%。本研究结果还显示,对SMV具有抗病型和中间型的品种其蛋脂总量和产量差异不显著。

#### 参考文献:

- [1] 顾和平, 陈华涛, 周颖, 等. 江苏省夏大豆品种高产育种创新初步设想[J]. 大豆科技, 2019, (6): 46–48.

- [2] 刘军, 徐瑞新, 石垒, 等. 中国国审大豆品种(2003–2016年)主要性状变化趋势分析[J]. 安徽农学通报, 2017, 23(11): 60–66+94.
- [3] 何鑫, 马文娅, 付汝洪, 等. 2006–2017年国家黄淮海夏大豆品种区域试验参试品种(系)分析[J]. 中国油料作物学报, 2019, 41(4): 537–549.
- [4] 王大为, 陈圣男, 李杰坤, 等. 2008–2018年黄淮南部审定大豆品种主要性状分析[J]. 大豆科学, 2019, 38(5): 671–680.
- [5] 田伟华, 徐克章, 郇鑫, 等. 吉林省不同年代育成大豆品种某些农艺性状的变化[J]. 中国油料作物学报, 2007, 29(4): 397–401.
- [6] 郑宇宏, 陈亮, 孟凡凡, 等. 吉林省不同年代大豆育成品种产量与品质性状变化趋势[J]. 东北农业科学, 2016, 41(6): 45–49.
- [7] 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.
- [8] 黄中文, 徐新娟, 王伟, 等. 河南夏大豆区近30年主要大豆品种产量改良的遗传进展[J]. 作物学报, 2016, 42(7): 1009–1015.
- [9] 周青, 徐淑霞, 郑丽敏, 等. 河南省审定大豆品种产量、品质及主要农艺性状的演变[J]. 大豆科技, 2016, (2): 15–17.
- [10] 屈洋, 王可珍, 梁福琴. 陕西省大豆育成品种农艺性状的演变趋势[J]. 陕西农业科学, 2018, 64(3): 19–22.
- [11] 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.
- [12] 薛永国, 魏峰, 唐晓飞, 等. 黑龙江省育成大豆品种性状演变分析[J]. 大豆科学, 2015, 34(3): 361–366.
- [13] 仲冬雪, 侯敬一, 姜月, 等. 黑龙江省不同年代审定大豆品种的演化分析[J]. 农产品加工, 2020, (1): 76–78.
- [14] 刘章雄, 孙石, 李卫东, 等. 1983–2010年北京市大豆育成品种的亲缘关系分析[J]. 作物学报, 2013, 39(9): 1693–1700.
- [15] 王彩洁, 孙石, 金素娟, 等. 中国大豆主产区不同年代大面积种植品种的遗传多样性分析[J]. 作物学报, 2013, 39(11): 1917–1926.
- [16] 熊冬金, 王吴彬, 赵团结, 等. 中国大豆育成品种10个重要家族的遗传相似性和特异性[J]. 作物学报, 2014, 40(6): 951–964.
- [17] 张孟臣, 张磊, 刘学义. 黄淮海大豆改良种质[M]. 北京: 中国农业出版社, 2014: 514–556.
- [18] 王路路, 姜磊, 林艺, 等. 安徽省育成大豆品种性状演变分析[J]. 中国种业, 2016, (2): 22–24.
- [19] 于国宜, 王大为, 吴倩, 等. 2009–2015年安徽省大豆试验新品系对SMV和SCN抗性评价[J]. 大豆科学, 2016, 35(5): 782–788.
- [20] 黄志平, 李杰坤, 王维虎, 等. 大豆新品系抗SMV鉴定及其抗性来源分析[J]. 大豆科学, 2017, 36(4): 598–605.
- [21] 王大为, 陈圣男, 李杰坤, 等. 大豆品系抗SMV评价及亲本来源分析[J]. 大豆科学, 2018, 37(5): 657–663.
- [22] 王大为, 马莹, 刘宁, 等. 大豆花叶病毒(SMV)株系SC4和SC8的抗性遗传分析[J]. 作物学报, 2012, 38(2): 202–209.
- [23] 向文扬, 杨永庆, 任秋燕, 等. 大豆抗SC3候选基因的克隆及分析[J]. 作物学报, 2019, 45(12): 1822–1831.
- [24] 李凯, 刘志涛, 李海朝, 等. 国家大豆区域试验品种对SMV和SCN抗性分析[J]. 大豆科学, 2013, 32(5): 670–675.
- [25] 王大为, 胡晨, 胡国玉, 等. 大豆品系在黄淮南部主产区产量及品质性状分析[J]. 中国农学通报, 2014, 30(18): 104–111.
- [26] 郑伟, 郭泰, 王志新, 等. 黑龙江省不同年代育成大豆品种主要农艺性状的遗传改良[J]. 中国油料作物学报, 2015, 37(6): 797–802.
- [27] 张侠, 黄炎炎. 安徽省农业发展中存在的问题及对策[J]. 中外企业家, 2014, (13): 11–13.
- [28] 杜祥备, 黄志平, 于国宜, 等. 安徽省大豆产业可持续发展中的问题及对策[J]. 农学学报, 2019, 9(11): 78–83.

(责任编辑:王丽芳)