



# 2000—2023 年俄罗斯远东地区登记大豆品种来源、产量、品质及主要性状演变分析

魏 然<sup>1,2</sup>, 于晓光<sup>1\*</sup>, СЕЛИХОВА О А<sup>2</sup>, ФЕДОСЕЕВА Д В<sup>2</sup>, 崔杰印<sup>1</sup>, 韩德志<sup>1</sup>, 贾鸿昌<sup>1</sup>, 杨 树<sup>1</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 黑河分院, 黑龙江 黑河 164300; 2. 俄罗斯远东国立农业大学, 俄罗斯 布拉戈维申斯克 675005)

**摘要:** 为了解俄罗斯远东地区大豆育种现状, 大豆品种的产量、品质以及主要性状的演变情况, 本文对 2000—2023 年该地区登记的 107 个大豆品种的来源、育种方法以及花色、叶型、茸毛色、结荚习性、生育期天数、株高、百粒重、籽粒蛋白质、脂肪含量、产量等性状进行分析。结果表明: 远东地区大豆品种主要来源包括俄罗斯本国科研机构、本国企业以及外国育种机构, 其中全俄大豆研究所是该地区最重要的大豆育种单位, 其主要育种方法为杂交育种。该地区大豆品种在培育过程中花色、茸毛色不作为选择标准, 而卵形叶、无限结荚习性大豆品种数量较多。品种的平均生育期天数、百粒重、籽粒蛋白质含量以及产量等性状整体上呈逐渐上升趋势, 而株高和籽粒脂肪含量整体上呈逐渐下降趋势, 其中平均产量上升 9.03%, 生育期天数增加 2.02%, 百粒重上升 4.96%, 籽粒蛋白质含量上升 2.21%, 株高下降 2.47%, 籽粒脂肪含量下降 2.4%。研究结果表明 2000—2023 年间俄罗斯远东地区大豆育种水平逐步提高, 但其品种在产量及品质等方面较相邻的我国黑龙江省大豆品种不具备明显优势, 我国大豆品种具有在俄罗斯远东地区登记和推广的潜力。

**关键词:** 俄罗斯远东地区; 大豆品种; 性状; 产量; 品质; 遗传改良

## Analysis of Origin, Yield, Quality and Main Traits Evolution of Registered Soybean Varieties in Far East Region of Russia from 2000 to 2023

WEI Ran<sup>1,2</sup>, YU Xiaoguang<sup>1\*</sup>, СЕЛИХОВА О А<sup>2</sup>, ФЕДОСЕЕВА Д В<sup>2</sup>, CUI Jieyin<sup>1</sup>, HAN Dezhi<sup>1</sup>, JIA Hongchang<sup>1</sup>, YANG Shu<sup>1</sup>

(1. Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe 164300, China; 2. Russian Far East National Agricultural University, Blagovysensk 675005, Russia)

**Abstract:** In order to understand the current situation of soybean breeding in the Far East region of Russia and the evolution of yield, quality, and main traits of soybean varieties, this study analyzed the sources, breeding methods, flower color, leaf type, hairy color, podding habits, growth period days, plant height, 100-seed weight, seed protein and fat content, yield, and other traits of 107 registered soybean varieties in the region from 2000 to 2023. The analysis results showed that the main sources of soybean varieties in the Far East region include Russian domestic scientific research institutions, domestic enterprises, and foreign breeding institutions. Among them, the All Russian Soybean Research Institute is the most important soybean breeding unit in the region, and its main breeding method is hybrid breeding. In the cultivation process of soybean varieties in this region, flower color and furry color are not used as selection criteria, while there are a large number of oval leaf and infinite pod habit soybean varieties. The average growth period days, 100-seed weight, seed protein content, and yield of the variety show a gradually increasing trend overall, while plant height and seed fat content showed a gradually decreasing trend overall. Among them, the average yield increased by 9.03%, the number of days of fertility increased by 2.02%, the 100-seed weight increased by 4.96%, the protein content increased by 2.21%, the plant height decreased by 2.47%, and the fat content decreased by 2.4%. The research results indicate that the breeding level of soybean in the Far East region has gradually improved from 2000 to 2023, but its varieties do not have significant advantages in yield and quality compared to neighboring soybean varieties in Heilongjiang province, China. Chinese soybean varieties have the potential to be registered and promoted in the Far East region of Russia.

**Keywords:** Far East region of Russia; soybean varieties; traits; yield; quality; genetic improvement

由于耕地资源丰富、气候条件适宜, 大豆是俄罗斯远东地区最重要的农作物之一, 其面积和产量在俄罗斯一直处于领先地位<sup>[1]</sup>。由于远东地区耕地成本低廉, 吸引了大量中国企业在该地区从事大豆生

产, 2020 年仅黑龙江省黑河市就有 20 多家企业在俄进行大豆生产, 大豆种植面积达到 10.17 万  $\text{hm}^2$ , 所产出的大豆大部分回流国内, 在一定程度上对国内市场大豆缺口进行了补充<sup>[2]</sup>。2023 年黑龙江省外向

收稿日期: 2024-10-25

基金项目: 黑龙江省农业科学院科研项目 (CX23ZD03); 东北北部极早熟、超早熟高油高产大豆新品种培育 (2023ZD0403104); 黑龙江省省属科研院所科研业务费 (CZKYF2023-1-B016)。

第一作者: 魏然, 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: wr19861023@sina.com。

通讯作者: 于晓光, 男, 副研究员, 主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: yxg0469@163.com。

型农业产业技术协同创新体系对阿穆尔州的中国大豆生产企业进行了调研,结果表明普遍存在对俄罗斯本地大豆品种特点缺乏了解,而导致在种植这些品种后出现产量表现不佳的情况,这也使得只有少数国内企业选用俄罗斯本地大豆品种,而目前国内大豆品种的种子通过正规渠道进入俄罗斯难度较大,中国企业在俄大豆生产中普遍存在缺乏可用品种的问题。2022 年黑龙江省农业科学院绥化分院大豆品种绥农 42 和佳木斯分院大豆品种合农 95 成功获得俄罗斯国家品种登记委员会登记,列入俄罗斯国家品种准入目录<sup>[3]</sup>,这为今后我国大豆品种进入俄罗斯市场进而从根本上解决在俄大豆生产企业缺少品种问题奠定了基础。然而目前我国在俄罗斯登记的大豆品种数量仍然很少,而未在俄罗斯审定的国内大豆品种无法进入俄罗斯境内,因此对俄罗斯远东地区大豆品种特征特性进行充分了解,对于当地中国企业选择适宜的大豆品种,提高种植效益有重要意义。中俄学者们也对此进行过很多研究,其中 Селихова 等<sup>[4]</sup>探讨了位于远东地区的阿穆尔州不同熟期大豆品种种植比例不合理的相关问题;魏然等<sup>[5]</sup>报道了阿穆尔州不同来源大豆品种种植比例,其中全俄大豆研究所大豆品种的种植比例最高,达 61%;马淑梅等<sup>[6]</sup>研究了俄罗斯远东及黑龙江省大豆种质资源遗传多样性,结果表明俄罗斯远东地区大豆遗传多样性高于黑龙江省大豆,但两地大豆种质个体间亲缘关系较近;Хасбиуллина 等<sup>[7]</sup>在远东地区比较了中俄 15 个大豆品种的生产表现,研究表明与俄方当地品种比较,中方大豆品种在远东南部地区条件下表现出较高的产量水平及籽粒蛋白含量,但也表现出晚熟性和易感当地有害病原真菌等不足。

大豆品种产量、品质及主要性状的演变分析对大豆育种工作具有重要意义,我国学者针对国内各地区大豆品种各性状的演变分析开展的研究很多<sup>[8-12]</sup>,但目前为止针对俄罗斯远东地区大豆品种的演变规律相关研究鲜见报道,为此本文分析了 2000—2023 年期间俄罗斯国家品种登记委员会登记的远东地区可种植的 107 个大豆品种的产量、品质以及主要性状的演变规律,以期为我国科研工作者今后的大豆育种工作以及在俄远东地区继续推

进大豆品种审定、推广工作提供借鉴参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 数据来源

本研究中 2000—2023 年俄罗斯国家品种登记委员会登记的远东地区 107 个大豆品种的登记年份、品种来源、主要性状、品质、产量等数据和信息,取自《俄罗斯国家育种成果目录登记作物品种描述》中记录的俄罗斯国家品种试验中的多地点平均数据<sup>[13]</sup>,育种方法、亲本等信息来自《全俄大豆研究所大豆品种志》<sup>[14]</sup>,远东地区大豆生产数据来自《俄罗斯联邦 2023 年统计年鉴》<sup>[15]</sup>。

### 1.2 数据分析

为了便于比较和分析不同年代育成品种的特点,将 2000—2023 年俄罗斯远东地区登记的 107 个大豆品种以 5 年为一组,分为 2000—2004 年、2005—2009 年、2010—2014 年、2015—2019 年及 2020—2023 年 5 个阶段分组统计。本研究中利用软件 Excel 2007 进行数据整理,SPSS statistics 23 进行数据描述性分析和回归分析,文献中缺失数据和信息不纳入统计范围。

## 2 结果与分析

### 2.1 俄罗斯远东地区大豆生产及品种熟期分布情况

由表 1 可知,2022 年远东地区大豆种植面积达 132.67 万  $\text{hm}^2$ ,产量为 226.8 万 t,分别占俄罗斯大豆总种植面积和总产量的 38.4% 和 37.8%,在远东地区大豆生产主要集中在阿穆尔州、哈巴罗夫斯克边疆区、犹太自治州以及滨海边疆区,其中阿穆尔州大豆种植面积最大,为 86.16 万  $\text{hm}^2$ ,总产量达 156.02 万 t,其次为滨海边疆区种植面积为 31.8 万  $\text{hm}^2$ ,总产量为 52.26 万 t,犹太自治州种植面积为 11.31 万  $\text{hm}^2$ ,总产量为 13.49 万 t,哈巴罗夫斯克边疆区种植面积较小为 3.4 万  $\text{hm}^2$ ,总产量为 5 万 t。在单产方面,远东地区整体上略低于俄罗斯全国的单产水平,但阿穆尔州大豆单产水平较高,可达 1.81  $\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,这也与阿穆尔州大豆育种水平在远东地区处于优势地位有一定关系。

表 1 2022 年俄罗斯及远东各地区大豆生产情况

Table 1 Soybean production in Russia and the Far East in 2022

| 地区<br>Area   | 俄罗斯联邦<br>Russian Federation | 远东地区<br>Far East | 阿穆尔州<br>Amur Region | 哈巴罗夫斯克边疆区<br>Khabarovsk Krai | 滨海边疆区<br>Primorsky Krai | 犹太自治州<br>Jewish Autonomous Prefecture |
|--|-----------------------------|------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 种植面积 Acreage/万 $\text{hm}^2$                       | 345.50                      | 132.67           | 86.16               | 3.40                         | 31.80                   | 11.31                                 |
| 总产量 Total production/万 t                           | 600.00                      | 226.77           | 156.02              | 5.00                         | 52.26                   | 13.49                                 |
| 单产 Hectare yield/( $\text{t}\cdot\text{hm}^{-2}$ ) | 1.74                        | 1.71             | 1.81                | 1.47                         | 1.64                    | 1.19                                  |

有效积温是影响大豆生产以及大豆品种分布的重要气象条件<sup>[16]</sup>, 哈巴罗夫斯克边疆区为 2 380 ~ 2 500 °C, 犹太自治州为 2 240 ~ 2 410 °C, 滨海边疆区为 2 270 ~ 2 590 °C, 而阿穆尔州根据积温条件可分为 3 个大豆种植区: 南部区、中部区和北部区, 其中南部区是最主要的大豆种植区域, 超过 65% 的大豆生产集中在此地, 而北部区由于有效积温较低, 只有个别地区进行大豆生产, 阿穆尔州由南向北各地区有效积温分别为 2 070 ~ 2 300 °C、2 030 ~ 2 120 °C、1 750 ~ 2 040 °C<sup>[5,17]</sup>。按照俄罗斯大豆品种熟期的分划标准可将远东地区可种植的大豆品种分划为极早熟 (81 ~ 90 d)、早熟 (91 ~ 110 d)、中早熟 (111 ~ 120 d) 和中熟 (121 ~ 130 d)<sup>[14]</sup>。2000—2023 年俄罗斯国家品种登记委员会登记的远东地区可种植的大豆品种一共 107 个, 其中, 早熟品种 45 个、中早熟品种 53 个、中熟品种 9 个, 这与该地

区大豆生产分布情况相符, 适合阿穆尔州南部、中部以及滨海边疆区种植的大豆品种数量较多。但由于育种资源和农业生产布局的原因, 该地区缺少可在阿穆尔州北部地区种植的极早熟大豆品种。

## 2.2 俄罗斯远东地区大豆品种来源情况

由图 1 可知, 远东地区大豆品种主要来源于本国科研机构、企业以及国外育种机构, 其中全俄大豆研究所是俄罗斯远东地区最重要的大豆育种机构, 2000—2023 年在俄罗斯国家育种成果目录共登记 35 个大豆品种, 占远东地区全部品种数量的 32.7%, 俄罗斯其他科研机构和本国企业在该地区分别登记 17 和 19 个大豆品种, 从 2017 年起国外育种机构的大豆品种大量进入远东地区市场, 目前该地区共登记了 36 个外国大豆品种, 其中来自加拿大的品种 20 个、奥地利 5 个、塞尔维亚 4 个, 来自中国、白俄罗斯、法国的品种各 2 个, 以及来自瑞士的品种 1 个。

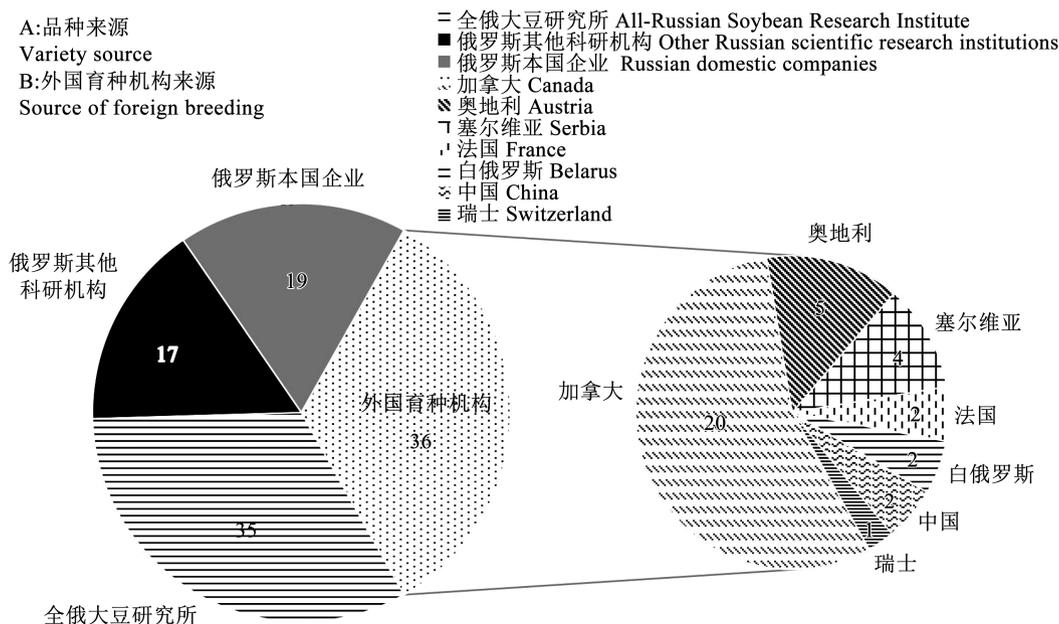


图 1 俄罗斯远东地区不同来源登记大豆品种数量

Fig. 1 The quantity of soybean varieties registered from different sources in the Far East of Russia

从不同来源品种的种植比例上来说, 以阿穆尔州 2021 和 2022 年大豆生产为例, 该州近 2 年种植比例最高的 18 个品种中, 9 个来自全俄大豆研究所 (Умка、Китросса、Алена、Лидия、Грация、Нега 1、Даурия、Евгения 和 Лазурная), 2021 年占该地区总种植面积的 54.4%, 而 2022 年这一比例下降至 45.0%; 而国外大豆品种为 7 个 (Оакпруденс、Опус、Кофу、Кордоба、Рось、Амадеус 和 Волма),

2021 年占总种植面积的 23.9%, 2022 年这一比例上升至 28.0%; 1 个品种 (Батя) 来自俄罗斯科学院远东分院哈巴罗夫斯克联邦研究中心, 2021 和 2022 年分别占总种植面积的 5.8% 和 5.6%; 俄罗斯本国企业 1 个品种 (Бара) 2021 和 2022 年分别占总种植面积的 1.0% 和 3.2%, 其中全俄大豆研究所的大豆品种 Умка 在 2021 和 2022 年均阿穆尔州种植面积最大, 分别占总种植面积的 16.0% 和 11.1% (图 2)。

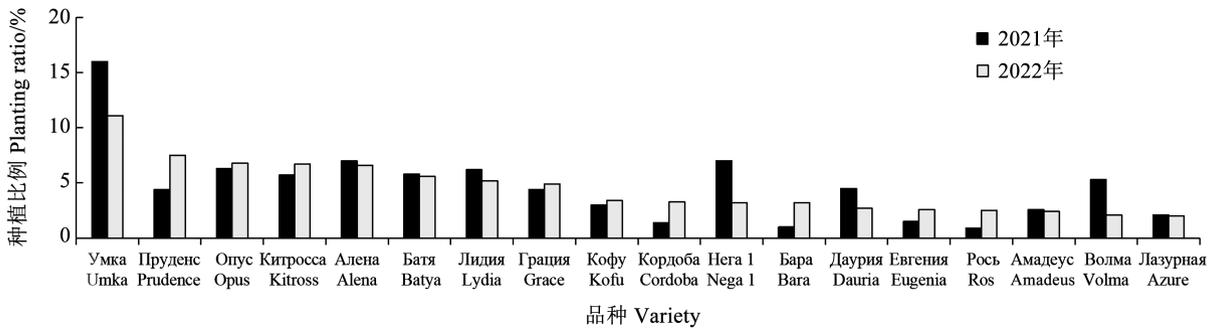


图 2 2021 和 2022 年俄罗斯远东地区阿穆尔州大豆品种种植比例

Fig. 2 The proportion of soybean varieties planted in the Amur Region of the Far East of Russia in 2021 and 2022

分析 2000—2023 年期间远东地区登记的不同时期不同来源的大豆品种可知,2000—2004 年以及 2005—2009 年期间俄罗斯国家育种成果目录中远东地区登记的大豆品种数量较少,主要来源为俄罗斯本国科研机构,而 2010—2014 年、2015—2019 年以及 2020—2023 年期间该地区登记的大豆品种数量明显增加,全俄大豆研究所提供的大豆品种数量

保持稳定增长,而国外育种机构成为新的品种重要来源,在 2015—2019 年期间登记品种数量达到高峰,5 年间共登记 20 个品种(表 2)。2020—2023 年期间由于疫情原因影响,国外育种机构在俄罗斯远东地区直接登记大豆品种数量有所减少,但俄罗斯本土企业、其他本土科研机构快速发展,品种审定数量增多。

表 2 2000—2023 年远东地区各时期不同来源大豆品种数量

Table 2 The quantity of soybean varieties from different sources in the Far East of Russia from 2000 to 2023

| 来源 Source   | 年份 Year   |           |           |           |           |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|   | 2000—2004 | 2005—2009 | 2010—2014 | 2015—2019 | 2020—2023 |
| 全俄大豆研究所<br>All-Russian Soybean Research Institute           | 2         | 3         | 8         | 14        | 8         |
| 俄罗斯其他科研机构<br>Other Russian scientific research institutions | 2         | 2         | 3         | 3         | 7         |
| 俄罗斯本国企业<br>Russian domestic companies                       | 0         | 0         | 4         | 1         | 14        |
| 国外育种机构<br>Foreign breeding institutions                     | 0         | 1         | 9         | 20        | 6         |
| 全部品种<br>All varieties                                       | 4         | 6         | 24        | 38        | 35        |

### 2.3 俄罗斯远东地区大豆育种方法分析

全俄大豆研究所是对俄罗斯远东地区大豆育种贡献最突出的科研单位,在俄罗斯国家育种成果目录登记的品种数量占远东地区全部品种数量的 32.7%,该研究所全部大豆品种通过传统育种方法培育。由表 3 可知,2000—2023 年间通过杂交育种方法培育了 28 个大豆品种,通过系统选育法培育了 7 个品种,通过辐射诱变方法培育了 3 个品种,杂交

育种是该研究所最主要的育种方法,以该方法育成的品种数量在各个时期均为最多,其亲本材料包括国内品种、品系、国外品种以及野生大豆种质资源,其中直接利用中国品种作为亲本之一育成的品种有 12 个,占该研究所品种数量的 32.2%,其中 Умка、Hera 1 等大豆品种作为骨干亲本材料被远东地区各育种单位应用,因此该地区大豆品种与我国大豆品种整体上亲缘关系较近。

表3 全俄大豆研究所各时期不同育种方法培育大豆品种数量

Table 3 The quantity of soybean varieties bred by different breeding methods of the All-Russian soybean research institute in various periods

| 育种方法<br>Selection methods  | 年份 Year   |           |           |           |           |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                            | 2000—2004 | 2005—2009 | 2010—2014 | 2015—2019 | 2020—2023 |
| 杂交育种 Hybrid breeding       | 1         | 2         | 4         | 11        | 7         |
| 系统选育 Systematic breeding   | 1         | 1         | 3         | 1         | 1         |
| 辐射诱变 Radiation mutagenesis | 0         | 0         | 1         | 2         | 0         |

## 2.4 远东地区大豆品种主要表型性状演变分析

2.4.1 花色 2000—2023年远东地区登记大豆品种以紫花品种较多,为84个,占总品种数量的78.5%,其中2000—2004年期间登记的4个品种中紫花、白花品种各2个,之后4组紫花品种数量均超过70.0%(表4)。

2.4.2 叶型 2000—2023年远东地区登记大豆品种中,椭圆形叶型品种7个、披针形叶型品种15个、卵形叶型品种72个、圆形叶型品种13个。2009年前椭圆形叶型大豆品种较多,在2000—2004年、2005—2009年期间比例分别为50.0%和83.3%,而2009年之后的品种中没有椭圆形叶型,而卵形叶型大豆品种数量显著增加,2010—2014年、2015—2019年以及2020—2023年期间卵形叶型大豆品种比例分别为79.2%、76.3%和65.7%(表5)。

2.4.3 茸毛色 2000—2023年期间俄罗斯远东地区登记大豆品种中,灰色茸毛品种45个、棕色茸毛品种52个,2000—2004年、2005—2009年、2010—2014年、2015—2019年和2020—2023年棕色茸毛

品种占比分别为50.0%、50.0%、54.2%、55.3%和37.1%,该地区不同茸毛色大豆品种数量接近,且不同时期数量变化无明显规律(表6)。

2.4.4 结荚习性 2000—2023年期间俄罗斯远东地区登记大豆品种中,无限结荚习性品种61个、亚有限结荚习性品种18个、有限结荚习性品种28个。其中无限结荚习性大豆品种数量在不同时期均占优势,所占比例分别为50.0%、83.3%、62.5%、47.4%和60.0%(表7)。近年阿穆尔州种植面积最大的18个大豆品种中13个为无限结荚习性大豆品种,占2022年该地区大豆种植面积的49.0%,由此可知远东地区育种家在该地区大豆品种选育工作中对于结荚习性的选择更倾向于无限型。而亚有限结荚习性品种在2009年之后随着国外育种资源引人才在远东地区出现,这其中包括全俄大豆研究所的 Умка、Китросса 和 Евгения 等很多品种都具有我国大豆品种血缘,近年来这些品种在该地区保持着稳定的种植面积(图2)。

表4 远东地区各时期不同花色大豆品种数量

Table 4 The quantity of soybean varieties with different flower colors in various periods in the Far East of Russia

| 花色<br>Flower colors | 年份 Year   |           |           |           |           |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                     | 2000—2004 | 2005—2009 | 2010—2014 | 2015—2019 | 2020—2023 |
| 紫色 Purple           | 2         | 5         | 21        | 31        | 25        |
| 白色 White            | 2         | 1         | 3         | 7         | 10        |

表5 远东地区各时期不同叶型大豆品种数量

Table 5 The quantity of soybean varieties with different leaf types in various period in the Far East of Russia

| 叶型<br>Leaf types | 年份 Year   |           |           |           |           |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                  | 2000—2004 | 2005—2009 | 2010—2014 | 2015—2019 | 2020—2023 |
| 椭圆形 Oval         | 2         | 5         | 0         | 0         | 0         |
| 披针形 Lanceolate   | 1         | 1         | 3         | 7         | 3         |
| 卵形 Ovoid         | 1         | 0         | 19        | 29        | 23        |
| 圆形 Round         | 0         | 0         | 2         | 2         | 9         |

表 6 俄罗斯远东地区各时期不同茸毛色大豆品种数量

Table 6 The quantity of soybean varieties with different pubescence colors in various periods in the Far East of Russia

| 茸毛色<br>Pubescence colors | 年份 Year   |           |           |           |           |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                          | 2000—2004 | 2005—2009 | 2010—2014 | 2015—2019 | 2020—2023 |
| 灰色 Gray                  | 2         | 3         | 11        | 17        | 22        |
| 棕色 Brown                 | 2         | 3         | 13        | 21        | 13        |

表 7 俄罗斯远东地区各时期不同结荚习性大豆品种数量

Fig. 7 The quantity of soybean varieties with different pod-bearing habit in various periods in the Far East of Russia

| 结荚习性<br>Pod-bearing habit | 年份 Year   |           |           |           |           |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                           | 2000—2004 | 2005—2009 | 2010—2014 | 2015—2019 | 2020—2023 |
| 无限型 Indeterminate         | 2         | 5         | 15        | 18        | 21        |
| 亚有限型 Sub-limited          | 0         | 0         | 3         | 8         | 7         |
| 有限型 Limited               | 2         | 1         | 6         | 12        | 7         |

## 2.5 远东地区大豆品种主要性状演变

2.5.1 生育期 由表 8 可知,2000—2023 年俄罗斯远东地区登记的大豆品种平均生育期天数为  $111.14 \pm 5.84$  d, 生育期范围为 94 ~ 124 d, 熟期最早的品种为在阿穆尔州中部、北部地区种植的 Грация, 熟期最晚的品种为在滨海边疆区种植的 БРИЗ。由表 9 可知,2000—2023 年远东地区登记大豆品种的平均生育期天数呈上升趋势,2000—2004 年当地大豆品种平均生育期为  $109.25 \pm 4.65$  d, 而 2020—2023 年登记的品种平均生育期则上升至  $111.46 \pm 6.12$  d, 从变异系数来看该地区大豆品种不同时代生育期变化较稳定,5 个时期的变异系数分别为 4.25%、6.51%、7.01%、4.18% 和 5.49%。

2.5.2 株高 由表 8 可知,该地区大豆品种平均株高为  $73.33 \pm 10.02$  cm, 株高最高的品种为 Бара (110 cm), 最矮的品种为 Намулв (46 cm)。由表 9 可知,2000—2023 年期间远东地区登记的大豆品种株高整体呈下降趋势,2000—2004 年期间登记的当地大豆品种平均株高为  $75.00 \pm 7.07$  cm, 而 2020—2023 年期间登记的品种株高下降至  $73.15 \pm 9.58$  cm, 2000—2004 和 2005—2009 年期间的品种平均株高变化较稳定,而 2010 年之后各时期品种平均株高的变化幅度显著增大。

2.5.3 百粒重 由表 8 可知,该地区大豆品种的百粒重较我国大豆品种相比不具有优势,其中百粒重最大的是黑龙江省农业科学院绥化分院在俄登记大豆品种绥农 42, 百粒重最小的是来自克拉斯诺达尔大豆综合体的品种 Бара。由表 9 可知,2000—2023 年间远东地区登记的大豆品种平均百粒重随着品种改良整体上升趋势,2000—2004 年间登记的品种平均百粒重为  $16.33 \pm 0.94$  g, 而在 2020—2023 年期间这一数值提高至  $17.14 \pm 1.86$  g。在 2000—

2004 年以及 2005—2009 年期间大豆品种平均百粒重变化幅度较小,各机构选育品种籽粒较为接近,而 2010 年之后各时期品种平均百粒重变化幅度显著增大。

2.5.4 籽粒品质 由表 8 可知,该地区大豆品种平均籽粒蛋白质和脂肪含量分别为  $38.91\% \pm 2.33\%$  和  $20.93\% \pm 1.87\%$ , 其中蛋白质含量最高的品种为 Амадеус (45.2%), 脂肪含量最高的是 Кофу (24.8%), 同时其蛋白质含量最低,仅为 32.9%, 脂肪含量最低的品种是高蛋白品种 ДШ 863 (脂肪含量为 17.2%, 蛋白质含量为 44.3%)。由表 9 可知,2000—2023 年期间远东地区登记的大豆品种平均蛋白质含量随年份更替呈上升趋势,由 2000—2004 年期间的  $38.05\% \pm 2.26\%$  提高至 2020—2023 年期间的  $38.89\% \pm 1.76\%$ , 而平均脂肪含量随年份更替呈下降趋势,由 2000—2004 年期间的  $21.28\% \pm 0.95\%$  降至 2020—2023 年期间的  $20.77\% \pm 1.59\%$ 。该地区各时期登记的大豆品种的籽粒蛋白质和脂肪含量变化均较稳定,变异系数范围为 3.35% ~ 8.98%。

2.5.5 产量 由表 8 可知,该地区大豆品种在国家品种试验中多点平均产量为  $1.96 \pm 0.35$  t·hm<sup>-2</sup>, 其中平均产量最高的是 Бриэ, 为  $2.78$  t·hm<sup>-2</sup>, 最低的品种产量记载仅为  $1.1$  t·hm<sup>-2</sup>, 应是由于部分试验点数据缺失导致。由表 9 可知,2000—2023 年期间远东地区登记的大豆品种在品种试验中各试验点的平均产量整体呈上升趋势,2000—2004 年间登记的大豆品种平均产量为  $1.77 \pm 0.21$  t·hm<sup>-2</sup>, 2020—2023 年期间登记的大豆品种平均产量上升至  $1.93 \pm 0.35$  t·hm<sup>-2</sup>, 该地区各时期大豆品种平均产量变化幅度均较大,5 个时期的变异系数分别为 12.07%、11.04%、20.30%、16.19% 和 18.01%。

表8 2000—2023年俄罗斯远东地区登记大豆品种主要性状

Table 8 The main traits of soybean varieties registered in the Far East of Russia from 2000 to 2023

| 性状<br>Traits                          | 平均值<br>Mean | 标准差<br>Standard deviation | 最小值<br>Minimum value | 最大值<br>Maximum value | 变异系数<br>Coefficient of variation/% |
|---------------------------------------|-------------|---------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| 生育期 Growth period/d                   | 111.14      | 5.84                      | 94.00                | 124.00               | 5.25                               |
| 株高 Plant height/cm                    | 73.33       | 10.02                     | 46.00                | 110.00               | 13.67                              |
| 百粒重 100-seed weight/g                 | 17.02       | 1.91                      | 12.10                | 21.20                | 11.22                              |
| 蛋白质含量 Protein content/%               | 38.91       | 2.33                      | 32.90                | 45.20                | 5.98                               |
| 脂肪含量 Fat content/%                    | 20.93       | 1.87                      | 17.20                | 24.80                | 8.94                               |
| 平均产量 Mean yield/(t·hm <sup>-2</sup> ) | 1.96        | 0.35                      | 1.10                 | 2.78                 | 17.92                              |

表9 不同时期俄罗斯远东地区登记大豆品种主要性状变化

Table 9 Changes in the main traits of soybean varieties registered in the Far East of Russia in different periods

| 性状<br>Traits                          | 时期<br>Period | 最小值<br>Minimum | 最大值<br>Maximum | 均值<br>Mean | 标准差<br>Standard deviation | 变异系数<br>Coefficient of variation |
|---------------------------------------|--------------|----------------|----------------|------------|---------------------------|----------------------------------|
| 生育期 Growth period/d                   | 2000—2004    | 105.0          | 115.0          | 109.25     | 4.65                      | 4.25                             |
|                                       | 2005—2009    | 100.0          | 120.0          | 110.60     | 7.20                      | 6.51                             |
|                                       | 2010—2014    | 94.0           | 118.0          | 108.79     | 7.63                      | 7.01                             |
|                                       | 2015—2019    | 100.0          | 123.0          | 111.97     | 4.68                      | 4.18                             |
|                                       | 2020—2023    | 101.0          | 124.0          | 111.46     | 6.12                      | 5.49                             |
| 株高 Plant height/cm                    | 2000—2004    | 70.0           | 80.0           | 75.00      | 7.07                      | 9.43                             |
|                                       | 2005—2009    | 73.0           | 76.9           | 74.97      | 1.95                      | 2.60                             |
|                                       | 2010—2014    | 55.2           | 110.0          | 74.65      | 11.65                     | 15.61                            |
|                                       | 2015—2019    | 56.0           | 92.2           | 72.50      | 10.04                     | 13.85                            |
|                                       | 2020—2023    | 54.0           | 84.0           | 73.15      | 9.58                      | 13.10                            |
| 百粒重 100-seed weight/g                 | 2000—2004    | 15.1           | 17.2           | 16.33      | 0.94                      | 5.75                             |
|                                       | 2005—2009    | 15.3           | 17.9           | 16.58      | 1.16                      | 7.01                             |
|                                       | 2010—2014    | 12.1           | 19.9           | 16.58      | 2.14                      | 12.93                            |
|                                       | 2015—2019    | 12.9           | 21.1           | 17.31      | 1.97                      | 11.36                            |
|                                       | 2020—2023    | 13.1           | 21.2           | 17.14      | 1.86                      | 10.88                            |
| 蛋白质含量 Protein content/%               | 2000—2004    | 35.0           | 40.0           | 38.05      | 2.26                      | 5.94                             |
|                                       | 2005—2009    | 32.5           | 40.4           | 37.88      | 2.81                      | 7.42                             |
|                                       | 2010—2014    | 32.9           | 41.8           | 37.54      | 2.40                      | 6.39                             |
|                                       | 2015—2019    | 34.5           | 45.2           | 40.04      | 2.20                      | 5.50                             |
|                                       | 2020—2023    | 34.4           | 43.5           | 38.89      | 1.76                      | 4.52                             |
| 脂肪含量 Fat content/%                    | 2000—2004    | 20.1           | 22.1           | 21.28      | 0.95                      | 4.48                             |
|                                       | 2005—2009    | 20.4           | 22.5           | 21.25      | 0.71                      | 3.35                             |
|                                       | 2010—2014    | 18.1           | 24.8           | 22.33      | 1.90                      | 8.53                             |
|                                       | 2015—2019    | 17.2           | 24.1           | 20.10      | 1.81                      | 8.98                             |
|                                       | 2020—2023    | 17.4           | 23.8           | 20.77      | 1.59                      | 7.67                             |
| 平均产量 Mean yield/(t·hm <sup>-2</sup> ) | 2000—2004    | 1.54           | 2.01           | 1.77       | 0.21                      | 12.07                            |
|                                       | 2005—2009    | 1.47           | 1.90           | 1.66       | 0.18                      | 11.04                            |
|                                       | 2010—2014    | 1.17           | 2.77           | 2.01       | 0.41                      | 20.30                            |
|                                       | 2015—2019    | 1.27           | 2.62           | 2.01       | 0.33                      | 16.19                            |
|                                       | 2020—2023    | 1.00           | 2.78           | 1.93       | 0.35                      | 18.01                            |

### 3 讨论

通过对2000—2023年俄罗斯远东地区登记大豆品种的品种来源、育种方法以及主要性状分析可

知,俄罗斯本国科研机构、本国企业以及外国育种机构是该地区大豆品种的主要来源,其中全俄大豆研究所是远东地区最重要的大豆育种单位,其育种工作主要集中在以杂交育种为主的传统育种研究,

其品种受我国大豆品种影响较大且在远东地区保持着较大的分布面积。而 2010 年后国外优秀品种的进入,对该研究所大豆品种在远东地区的分布造成了一定影响。

2000—2023 年期间俄罗斯远东地区登记大豆品种中紫花品种较多,占总品种数量的 78.5%,紫花为显性基因控制,自然界中大豆育种资源也是以紫花更多,可占到 60%~70%,而该地区各时期登记大豆品种紫花比例与此比例接近,可说明在育种工作中不以花色为选育方向<sup>[9]</sup>。该地区在 2000—2004 和 2005—2009 年期间登记的大豆品种中椭圆形叶型大豆品种较多,而在 2010 年之后各时期卵形叶型大豆品种数量明显更多,这可能是由当地日照条件、栽培技术及育种资源影响导致的育种选择方向的变化。2000—2023 年期间该地区登记的不同茸毛色大豆品种数量接近,且不同时期数量变化无明显规律,由此可知中茸毛色不是该地区育种主要研究性状。2000—2023 年期间该地区登记大豆品种中,由于无限结荚习性的品种开花结荚期分散,自身调节能力较强,在低温、干旱、肥力低下等情况下仍能保持一定的产量水平<sup>[17,18]</sup>,符合远东地区的自然条件和生产模式。

2000—2023 年期间该地区登记的大豆品种平均生育期天数为  $111.14 \pm 5.84$  d,受农业产业布局影响,远东地区大豆生产主要集中在阿穆尔州中、南部地区以及滨海边疆区,而阿穆尔州北部地区等极早熟区大豆生产分布很少,因追求品种产量的提升,远东地区大豆品种平均生育期天数在此期间呈上升趋势。2000—2023 年期间该地区大豆品种平均株高为  $73.33 \pm 10.02$  cm,在大豆密植生产技术大面积推广的影响下,该地区大豆品种的平均株高呈降低趋势。2010 年后各时期该地区大豆品种平均株高的变异系数显著提高,这是由于全俄大豆研究所为代表的各育种机构有目的地培育出一批适合密植的矮秆大豆品种,如全俄大豆研究所 2014 年登记的品种 *бонус* ( $55.2$  cm)、2019 年登记的 *Сентябринка* ( $56.0$  cm) 和 2020 年登记的 *Топаз* ( $54.00$  cm)。2000—2023 年期间该地区登记大豆品种平均百粒重较小,仅为  $17.02 \pm 1.91$  g,通过育种资源引进及多年品种改良工作,登记品种的平均百粒重有所提高,由 2000—2004 年期间的  $16.33 \pm 0.94$  g 提高至 2020—2023 年期间的  $17.14 \pm 1.86$  g,在 2010 年后各时期该地区登记的大豆品种平均百粒重变异系数显著提高,这是由于各育种机构培育了更多籽粒更大或作为芽豆使用籽粒更小的新品种。百粒重的提高对该地区大豆品种平均产量的上升起到了重要作用,但远东地区大豆品种的百粒

重较我国品种仍较低,因此提升品种百粒重仍是今后该地区育种机构品种改良、提升品种产量的主要工作方向。2000—2023 年期间该地区大豆品种籽粒平均蛋白质含量和脂肪含量分别为  $38.91\% \pm 2.33\%$  和  $20.93\% \pm 1.87\%$ ,随着年份更替该地区大豆品种籽粒蛋白质含量呈上升趋势,而籽粒脂肪含量呈下降趋势,这是由于早期在俄罗斯,大豆更多作为油料作物种植,因此在育种上对于品种籽粒脂肪含量更加重视,2015 年前各时期远东地区登记的大豆品种平均蛋白质含量相对较低,自 2015 年后随着该地区大豆作为食品添加剂、饲料等应用的增加,育种者对品种籽粒蛋白质含量重视程度提高,这一时期培育的大豆品种的籽粒蛋白质含量有所增加,并且国外育种机构一批高蛋白大豆品种,如加拿大品种 *Амадеус* ( $45.2\%$ )、*Дш863* ( $44.3\%$ ) 以及奥地利品种 *Аурелина* ( $43.5\%$ ) 在远东地区登记,进一步导致了该地区大豆品种籽粒蛋白质含量的上升,由于大多情况下品种籽粒脂肪含量与蛋白质含量呈负相关关系<sup>[19]</sup>,因此该地区大豆品种籽粒脂肪含量有所下降。2000—2023 年期间远东地区大豆品种在国家品种试验中多点平均产量为  $1.96 \pm 0.35$  t·hm<sup>-2</sup>,随着育种技术的进步和育种资源的引进,2000—2023 年期间该地区品种的平均产量整体上呈上升趋势。由上述分析综合判定远东地区大豆育种水平在 2000 年后整体呈提高趋势。

## 4 结论

本研究结果表明,在 2000—2023 年期间俄罗斯远东地区登记的大豆品种的产量、生育期天数、百粒重及籽粒蛋白质含量随年份更替呈上升趋势,其中平均产量上升 9.03%,生育期天数增加 2.02%,百粒重上升 4.96%,籽粒蛋白质含量上升 2.21%。而株高及籽粒脂肪含量随年份更替呈下降趋势,其中株高下降 2.47%,籽粒脂肪含量下降 2.4%。由此可知,随着育种技术的进步和育种资源的引进,该地区大豆育种水平整体有所提升,但与相邻的我国黑龙江省的大豆品种相比整体上不具备明显优势,近年来国外大豆品种稳定地占据了该地区种子市场的一定份额,并且我国大豆品种绥农 42 和合农 95 在该地区通过国家品种试验并成功登记,因此在远东地区具备审定、推广我国大豆品种的基础。从远东地区大豆生产现状来看,高产、优质的早熟、中早熟大豆品种更具备推广价值,而该地区目前极早熟大豆品种空缺,竞争较小,同样具有一定推广潜力。育种者在为远东地区培育新大豆品种的过程中应注意通过亲本选择保证品种对该地区自然条件和以平作、密植为核心的栽培模式的适应性。

## 参考文献

- [1] ПЕРШИН А Д, ЕМЕЛЬЯНОВА Е В, УФИМЦЕВА Л В. Соеводство-вектор современного развития растениеводства Дальневосточного федерального округа России [J]. Региональная экономика и управление: электронный научный журнал, 2017 (1-3) (49): 434-443.  
PERSHIN A D, YEMELYANOVA E V, UFIMTSEVA L V. Soybean production is a vector of modern crop production development in the Far Eastern Federal District of Russia [J]. Regional Economics and Management: An Electronic Scientific Journal, 2017 (1-3) (49): 434-443.
- [2] 魏然, 杨树果. 黑河市与俄罗斯远东地区开展大豆产业合作的问题与对策研究[J]. 南方农机, 2022, 53(10): 38-40.  
WEI R, YANG S G. Study on the problems and countermeasures of soybean industry cooperation between Heihe city and Russian far east [J]. China Southern Agricultural Machinery, 2022, 53(10): 38-40.
- [3] Минсельхоз России. Характеристики сортов растений, впервые включенных в 2022 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: официальное издание [M]. Москва: Росинформагротех, 2022: 503.  
Ministry of Agriculture of Russia. Characteristics of plant varieties included for the first time in 2022 in the State Register of Breeding Achievements Approved for use: official publication [M]. Moscow: Rosinformagrotech, 2022: 503.
- [4] СЕЛИХОВА О А, 魏然, 崔杰印, 等. 俄罗斯阿穆尔州大豆种植现状分析[J]. 黑龙江农业科学, 2021(1): 139-141.  
SELIKHOVA O A, WEI R, CUI J Y, et al. Analysis of the current situation of soybean cultivation in the Amur Region of Russia [J]. Heilongjiang Agricultural Science, 2021(1): 139-141.
- [5] 魏然, 鹿文成, 于晓光, 等. 俄罗斯阿穆尔州大豆产业现状综合分析[J]. 大豆科技, 2023(1): 40-48.  
WEI R, LU W C, YU X G, et al. Comprehensive analysis of the current situation of the soybean industry in the Amur Region of Russia [J]. Soybean Science & Technology, 2023(1): 40-48.
- [6] 马淑梅, 张宏纪, 孙岩, 等. 俄罗斯远东及黑龙江省大豆种质资源遗传多样性和群体结构分析[J]. 中国油料作物学报, 2017, 39(1): 23-29.  
MA S M, ZHANG H J, SUN Y, et al. Genetic diversity and population structure of soybean germplasm resources from Russian Far East and Heilongjiang Province [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2017, 39(1): 23-29.
- [7] ХАСБИУЛЛИНА О И, БУТОВЕЦЕС, 滕占伟, 等. 俄罗斯远东地区中俄不同大豆品种比较研究[J]. 大豆科技, 2016(3): 16-20.  
KHASBIULLINA O I, BUTOVETS E S, TENG Z W, et al. Comparison on different soybean cultivars from China and Russia in far east region [J]. Soybean Science & Technology, 2016(3): 16-20.
- [8] 孙星邈, 谢建国, 郑海洋, 等. 东北春大豆区不同年代审定品种主要性状演变分析[J]. 大豆科学, 2023, 42(1): 118-128.  
SUN X M, XIE J G, ZHENG H Y, et al. Analysis of the evolution of the main traits of approved varieties in different ages in Northeast spring soybean area [J]. Soybean Science, 2023, 42(1): 118-128.
- [9] 薛永国, 魏岷, 唐晓飞, 等. 黑龙江省育成大豆品种性状演变的分析[J]. 大豆科学, 2015, 34(3): 361-366.  
XUE Y G, WEI Y, TANG X F, et al. Analysis of the evolution of traits of cultivated soybean varieties in Heilongjiang Province [J]. Soybean Science, 2015, 34(3): 361-366.
- [10] 成雪峰. 黄淮海地区大豆品种主要农艺性状演变分析[J]. 大豆科学, 2011, 30(4): 585-588, 595.  
CHENG X F. Evolution of soybean major agronomy characters in Huang-Huai-Hai region [J]. Soybean Science, 2011, 30(4): 585-588, 595.
- [11] 余忠浩, 周伟, 李志刚, 等. 2002—2021 年内蒙古自治区审定大豆品种主要性状演变分析[J]. 大豆科学, 2022, 41(1): 49-57.  
YU Z H, ZHOU W, LI Z G, et al. Evolution analysis of main traits of soybean varieties in inner Mongolia autonomous region from 2002 to 2021 [J]. Soybean Science, 2022, 41(1): 49-57.
- [12] 费志宏, 谢甫绶, 朱洪德, 等. 黑龙江省中熟大豆品种主要农艺性状演变趋势分析[J]. 中国农学通报, 2005, 21(11): 106-109.  
FEI Z H, XIE F S, ZHU H D, et al. Study on developing tendency of main agronomic characters of mid-maturity soybeans in Heilongjiang Province [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2005, 21(11): 106-109.
- [13] Минсельхоз России. Характеристики сортов растений, впервые включенных в 2023 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: официальное издание [M]. Москва: Росинформагротех, 2023: 328.  
Ministry of Agriculture of Russia. Characteristics of plant varieties first included in the State Register of Breeding Achievements Approved for Use in 2023: official publication [M]. Moscow: Rosinformagrotech, 2023: 328.
- [14] ФОМЕНКО Н Д, СИНЕГОВСКАЯ В Т. Каталог сортов сои селекции всероссийского НИИ сои Коллективная научная монография [M]. Благовещенск: ОДЕАН, 2015: 92.  
FOMENKO N D, SINEGOVSKAYA V T. Catalog of soybean varieties of selection of the All-Russian Research Institute of Soybeans Collective scientific monograph [M]. Blagoveshchensk: ODEAN, 2015: 92.
- [15] МАЛКОВ П В. Россия в цифрах 2023, федеральная служба государственной статистики [M]. Москва: Росстат, 2023: 275.  
MALKOV P V. Russia in figures 2023, Federal State Statistics Service [M]. Moscow: Rosstat, 2023: 275.
- [16] 许佳琦, 郭立峰, 殷世平, 等. 黑龙江省大豆不同生育阶段适宜温度与降水量化指标研究[J]. 东北农业大学学报, 2017, 48(8): 33-44.  
XU J Q, GUO L F, YIN S P, et al. Study on suitable temperature and precipitation quantification indexes in different soybean growth periods in Heilongjiang Province [J]. Journal of Northeast Agricultural University, 2017, 48(8): 33-44.
- [17] ЩЕГОРЕЦ О В. Соеводство: монография [M]. Красноярск: Благовещенск, 2018: 599.  
SCHEGORETZ O V. Soyevodstvo: Monograph [M]. Krasnoznamensk; Blagoveshchensk, 2018: 599.
- [18] 孙培乐, 宋兆华. 不同结荚习性大豆品种生育特性的研究[J]. 大豆科技, 2008(5): 17-20.  
SUN P L, SONG Z H. Study on growth characters of different podding propensity soybean varieties [J]. Soybean Science & Technology, 2008(5): 17-20.
- [19] 杜佳兴, 刘婧琦, 盖志佳, 等. 播期对高蛋白大豆籽粒品质及产量的影响[J]. 中国农学通报, 2019, 35(35): 31-34.  
DU J X, LIU J Q, GAI Z J, et al. Sowing dates affect seed quality and yield of high protein soybean [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2019, 35(35): 31-34.