

皇甫张龙, 杨六六, 录亚丹, 等. 早熟棉品系在北疆和晋南的适应性分析[J]. 山西农业科学, 2025, 53(4): 1-10.

HUANGFU Z L, YANG L L, LU Y D, et al. Adaptability analysis of early maturing cotton lines planted in northern Xinjiang and southern Shanxi[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2025, 53(4): 1-10.

doi:10.26942/j.cnki.issn.1002-2481.2025.04.01

## 早熟棉品系在北疆和晋南的适应性分析

皇甫张龙<sup>1</sup>, 杨六六<sup>1</sup>, 录亚丹<sup>2</sup>, 陈耕<sup>1</sup>, 胡晓丽<sup>1</sup>

(1. 山西农业大学 棉花研究所, 山西 运城 044000; 2. 新疆生产建设兵团第六师农业科学研究所, 新疆 五家渠 831300)

**摘要:**通过对13个品系在北疆和晋南两生态区设置2 a的鉴定试验, 旨在了解早熟棉品系在北疆和晋南2种生态条件下的生长发育特性, 为两地棉花品种引种试验提供参考。结果表明, 13个早熟棉品系在北疆的生育期为118~128 d, 在晋南的生育期为109.5~135.0 d。各品系在北疆植株较矮, 果枝数平均为9.1个; 在晋南表现为高大松散、晚熟, 果枝数平均为13.1个; 单株结铃数在晋南也比在北疆多。早熟棉品系的单铃质量和衣分在两地差异不大; 产量水平在北疆高, 皮棉产量为1 290.0~2 572.5 kg/hm<sup>2</sup>, 在晋南皮棉产量为354~1 005 kg/hm<sup>2</sup>。各品系的纤维长度、整齐度、比强度在两地基本相当, 马克隆值在北疆表现较好, 为3.55~4.65, 在A级范围; 而在晋南为3.96~5.69, 在B2级范围。各品系在北疆和晋南的适应性不同, 但晋早1、晋早2、晋早8、晋早4和晋早11等5个品系在两地的适应性分析排名均排在前列, 说明这5个早熟棉品系在北疆和晋南均可种植。

**关键词:**早熟棉; 生育期; 农艺性状; 产量; 纤维品质; 生态适应性

中图分类号: S562

文献标识码: A

文章编号: 1002-2481(2025)04-0001-10

## Adaptability Analysis of Early Maturing Cotton Lines Planted in Northern Xinjiang and Southern Shanxi

HUANGFU Zhanglong<sup>1</sup>, YANG Liuliu<sup>1</sup>, LU Yadan<sup>2</sup>, CHEN Geng<sup>1</sup>, HU Xiaoli<sup>1</sup>

(1. Institute of Cotton, Shanxi Agricultural University, Yuncheng 044000, China; 2. Institute of Agricultural Sciences, Sixth Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Wujiaqu 831300, China)

**Abstract:** In order to clarify the growth and development characteristics of early maturing cotton lines in two different ecological conditions of northern Xinjiang and southern Shanxi, in this study, identification tests of 13 early maturing cotton lines were set up in the two ecological regions for two years, providing reference for cotton variety introduction test in the two places. The results showed that the growth period of 13 early maturing cotton lines was 118–128 days in northern Xinjiang and 109.5–135 days in southern Shanxi. In northern Xinjiang, the plants of each line were shorter and the average number of fruit branches was 9.1. In the south of Shanxi, it was tall and loose, late maturing, and the average number of fruit branches was 13.1. The number of bolls per plant in southern Shanxi was also more than that in northern Xinjiang. The boll weight and lint percentage of early maturing cotton lines had little difference between the two places, the yield was high in northern Xinjiang with lint yield of 1290 to 2 572.5 kg/ha, and it was 354 to 1 005 kg/ha in southern Shanxi. The fiber length, uniformity, and specific strength of all lines were basically the same in the two places. The micronaire value was better in northern Xinjiang, ranging from 3.55 to 4.65, in the range of A level, while in southern Shanxi, it was 3.96 to 5.69, in the B2 range. The adaptability of the early maturing cotton lines in northern Xinjiang and southern Shanxi was different, but the adaptability analysis ranking of five varieties including Jinzao 1, Jinzao 2, Jinzao 8, Jinzao 4, and Jinzao 11 were at the top in the two places, indicating that these five early maturing cotton lines could be planted in both of northern Xinjiang and southern Shanxi.

**Keywords:** early maturing cotton; growth period; agronomic trait; yield; fiber quality; ecological adaptability

收稿日期: 2024-11-27

基金项目: 山西省科技合作交流专项(202104041101047); 山西农业大学育种工程项目(YZGC005)

作者简介: 皇甫张龙, 助理研究员, 主要从事棉花和花生遗传育种研究, E-mail: huangfuzhanglong@163.com

通信作者: 胡晓丽, 副研究员, 主要从事棉花和山药遗传育种研究, E-mail: huxiaoli209@126.com

20 世纪八九十年代我国在黄河流域棉区大量种植麦棉两熟的早熟棉花<sup>[1-3]</sup>,极大缓解了当时粮棉争地的矛盾<sup>[4]</sup>。21 世纪初因粮食价格的提高<sup>[5]</sup>以及机械化管理收获,麦后早熟棉的种植焕发了新的生机。山西农业大学棉花研究所培育的早熟棉,既解决了争地矛盾,又提高了土地利用。后因农村劳动力短缺、劳动成本快速上涨、黄河流域植棉效益低下等多种因素影响,面积下降显著<sup>[6]</sup>。而新疆棉区随着滴灌技术<sup>[7]</sup>的应用和机械化管理<sup>[8-9]</sup>水平提高,已稳步发展成为我国最大最有优势的棉区<sup>[10-11]</sup>。北疆棉区属于西北内陆早熟棉区,气候干旱,日照充足,昼夜温差大, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年积温在  $3\,100\sim 3\,600^{\circ}\text{C}$ <sup>[12-15]</sup>,主要种植早熟棉花,生育期在  $120\sim 130\text{ d}$ <sup>[16]</sup>。黄河流域小麦或油菜收获后夏播的早熟棉一般生育期在  $105\text{ d}$  左右<sup>[17]</sup>,若春播,生育期也在  $120\text{ d}$  左右<sup>[18]</sup>。晋南夏播一般于 5 月下旬或 6 月上旬播种,棉花生长期( $6\sim 10\text{ 月}$ ) $\geq 10^{\circ}\text{C}$  的积温在  $3\,300\sim 3\,600^{\circ}\text{C}$ <sup>[19]</sup>。因两地自然生态条件完全不同、管理模式不同,早熟棉品种(系)在两地种植会有不同的表现。

为了解早熟棉品系在北疆和晋南 2 种不同生态条件下的生长发育特性、农艺性状、产量和棉纤维品质性状,挑选 13 个优良品系于 2022—2023 年分别在 2 个不同生态区设置了鉴定试验,为两地棉花品种引种试验提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

供试品系由山西农业大学棉花研究所提供,选取早熟、农艺性状表现较好的 13 个自交纯合系,命名为晋早 1~13,分别在新疆生产建设兵团第六师农业科学研究所和山西农业大学棉花研究所种植。在北疆外加对照新陆早 61 号,在晋南外加对照中棉所 50 号。

### 1.2 试验设计

试验地点分别设在新疆生产建设兵团第六师农业科学研究所位于共青团农场的试验田( $40^{\circ}10'50''\text{N}$ , $87^{\circ}8'30''\text{E}$ )和山西农业大学棉花研究所的水头试验农场( $35^{\circ}14'23.4''\text{N}$ , $111^{\circ}6'42.1''\text{E}$ )。每个品系种 1 个小区,随机区组排列,3 次重复。

共青团农场试验田土质为沙壤土,前茬棉花,春播,4 月下旬播种。4 行区,中间 2 行行距  $10\text{ cm}$ ,边行与中间行行距  $66\text{ cm}$ ,株距  $7.8\text{ cm}$ ,行长  $8.8\text{ m}$ ,

小区总面积  $20\text{ m}^2$ ,密度为  $20.019\text{ 株}/\text{hm}^2$ 。

水头试验农场土质为褐土,前茬棉花,夏播,5 月下旬播种,无地膜覆盖,4 行区,行长  $8\text{ m}$ ,平均行距  $62.5\text{ cm}$ ,株距  $18\text{ cm}$ ,小区面积  $20\text{ m}^2$ ,密度为  $9\text{ 万株}/\text{hm}^2$ 。

共青团农场试验田:2022—2023 年播期一致,4 月 27 日播种,5 月 15 日定苗;5 月 13 日和 5 月 29 日中耕 2 次;人工除草 3 次。5 月 11 日用啉虫脒和高效氯氰菊酯防治棉蓟马和棉黑蚜,5 月 15 日、5 月 30 日、6 月 15 日用阿维菌素和啉虫脒防治蚜虫和棉铃虫;6 月 23 日喷施阿维除螨腈  $450\text{ mL}/\text{hm}^2$ 、甲胺基阿维菌素苯甲酸盐  $450\text{ mL}/\text{hm}^2$ ,防治棉铃虫和红蜘蛛;7 月 10 日、7 月 23 日用虱螨脬、啉虫脒、噻虫嗪防治红蜘蛛、棉铃虫及花蓟马等害虫。

共青团农场种植的棉花全生育期共滴水 9 次,滴水日期分别为 4 月 27 日(出苗水)、6 月 7 日、6 月 15 日、6 月 23 日、7 月 3 日、7 月 12 日、7 月 21 日、7 月 28 日、8 月 15 日,全生育期总灌水量  $4\,650\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ,全生育期化学调控 6 次,时间分别为 5 月 7 日、5 月 27 日、6 月 9 日、6 月 21 日、7 月 6 日、7 月 20 日,缩节胺用量分别为  $7.5$ 、 $15$ 、 $15$ 、 $12$ 、 $180$ 、 $90\text{ g}/\text{hm}^2$ ;生育期施用尿素(总氮 $\geq 46.0\%$ ) $420\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,硫酸钾( $\text{K}_2\text{O}\geq 50\%$ ) $240\text{ kg}/\text{hm}^2$ ,磷酸一铵( $\text{P}_2\text{O}_5\geq 61\%$ ) $240\text{ kg}/\text{hm}^2$ ;试验地于 7 月 5 日结束打顶。9 月 6 日喷施脱叶剂,即  $750\text{ mL}/\text{hm}^2$  乙烯利 +  $300\text{ g}/\text{hm}^2$  瑞脱隆 +  $1\,500\text{ mL}/\text{hm}^2$  助剂。9 月 25 日,各品系取样,10 月 8 日一次性收获。整个生育期气象情况见表 1。

表 1 2022—2023 年北疆的气象情况

Tab.1 Meteorological data in northern Xinjiang sites in 2022–2023

| 月份<br>Month<br>h | 平均温度/ $^{\circ}\text{C}$<br>Average temperature |      | 降雨量/mm<br>Rainfall |      | 日照时数/h<br>Sunshine duration |       |
|------------------|-------------------------------------------------|------|--------------------|------|-----------------------------|-------|
|                  | 2022                                            | 2023 | 2022               | 2023 | 2022                        | 2023  |
| 4                | 15.1                                            | 11.4 | 5.9                | 28.4 | 258.5                       | 246.1 |
| 5                | 23.1                                            | 18.7 | 0.3                | 9.9  | 241.8                       | 237.2 |
| 6                | 24.7                                            | 26.0 | 20.5               | 5.9  | 289.3                       | 275.4 |
| 7                | 24.7                                            | 27.4 | 16.8               | 22.9 | 290.4                       | 282.6 |
| 8                | 22.7                                            | 25.8 | 12.0               | 13.4 | 274.3                       | 248.2 |
| 9                | 20.3                                            | 17.8 | 5.5                | 35.6 | 246.1                       | 172.0 |
| 10               | 7.1                                             | 12.3 | 5.9                | 1.7  | 225.7                       | 214.0 |

水头试验农场:2022—2023 年播期一致,5 月

25日播种,6月1日出苗,6月15日定苗。7月30日至8月1日打顶。其他管理同当地管理模式。取样时间为9月26—27日,收获分2次:霜前(10月10—12日)和霜后(10月26—28日)。整个生育期气象情况见表2。

表2 2022—2023年晋南的气象情况  
Tab.2 Meteorological data in southern Shanxi sites in 2022—2023

| 月份<br>Month | 平均温度/℃<br>Average temperature |      | 降雨量/mm<br>Rainfall |       | 日照时数/h<br>Sunshine duration |       | 月份<br>Month | 平均温度/℃<br>Average temperature |      | 降雨量/mm<br>Rainfall |      | 日照时数/h<br>Sunshine duration |       |
|-------------|-------------------------------|------|--------------------|-------|-----------------------------|-------|-------------|-------------------------------|------|--------------------|------|-----------------------------|-------|
|             | 2022                          | 2023 | 2022               | 2023  | 2022                        | 2023  |             | 2022                          | 2023 | 2022               | 2023 | 2022                        | 2023  |
|             |                               |      |                    |       |                             |       |             |                               |      |                    |      |                             |       |
| 5           | 19.9                          | 23.1 | 43.0               | 20.0  | 276.0                       | 273.4 | 8           | 27.3                          | 27.3 | 98.3               | 44.9 | 213.6                       | 215.8 |
| 6           | 27.2                          | 26.8 | 79.0               | 34.9  | 307.9                       | 225.8 | 9           | 20.3                          | 24.4 | 75.5               | 65.0 | 171.9                       | 181.6 |
| 7           | 27.2                          | 26.7 | 146.3              | 195.6 | 234.1                       | 153.9 | 10          | 13.1                          | 14.3 | 80.7               | 45.6 | 164.3                       | 173.6 |

1.3 测定项目及方法

在北疆和晋南分别于8月下旬调查棉花株高、节位、果枝、结铃等性状,每个品系调查20株;9月下旬分别取样,每个品系采收中部50铃,获取铃质量、衣分等,并进行纤维检测;10月对每个品系进行采收,获得产量等数据。

1.4 数据分析

供试品系的农艺性状、产量性状和纤维品质通过Excel软件分析;生态适应性采用SPSS软件

分析<sup>[20-22]</sup>,对14个棉花品系(13个品系,在新疆外加对照新陆早61号,在山西外加对照中棉所50号,每个生态点共14个品系)的13个性状进行主成分分析,根据品系综合得分确定生态适应性。

2 结果与分析

2.1 早熟品系在两地的农艺性状与生育期比较

早熟棉品系在两地的生育期与农艺性状比较如表3所示。

表3 早熟棉品系在两地的生育期与农艺性状比较  
Tab.3 Comparison of growth period and agronomic traits of early-maturing cotton lines in the two places

| 编号<br>Number  | 材料<br>Material | 全生育期/d<br>Whole growth period |                 | 株高/cm<br>Plant height |                 | 节位<br>Node position |                 | 果枝数/个<br>Fruit branch number |                 | 单株结铃数/个<br>Number of bolls per plant |                 |
|---------------|----------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
|               |                | 北疆                            | 晋南              | 北疆                    | 晋南              | 北疆                  | 晋南              | 北疆                           | 晋南              | 北疆                                   | 晋南              |
|               |                | Northern Xinjiang             | Southern Shanxi | Northern Xinjiang     | Southern Shanxi | Northern Xinjiang   | Southern Shanxi | Northern Xinjiang            | Southern Shanxi | Northern Xinjiang                    | Southern Shanxi |
| 1             | 晋早1            | 118                           | 124             | 75                    | 97.4            | 5.2                 | 6.8             | 9.8                          | 13.2            | 8.6                                  | 10.1            |
| 2             | 晋早2            | 118                           | 117             | 80                    | 102.4           | 5.4                 | 7.2             | 10.8                         | 13.7            | 7.4                                  | 9.8             |
| 3             | 晋早3            | 123                           | 127             | 70                    | 116.1           | 6.2                 | 9.1             | 9.2                          | 14.4            | 7.5                                  | 10.1            |
| 4             | 晋早4            | 128                           | 130             | 65                    | 100.5           | 5.2                 | 6.5             | 10.4                         | 14.5            | 9.2                                  | 10.9            |
| 5             | 晋早5            | 119                           | 124             | 70                    | 115.5           | 5.8                 | 8.2             | 8.3                          | 14.4            | 7.4                                  | 12.6            |
| 6             | 晋早6            | 126                           | 135             | 75                    | 110.2           | 5.7                 | 9.6             | 7.9                          | 12.7            | 8.8                                  | 8.2             |
| 7             | 晋早7            | 128                           | 129             | 65                    | 117.9           | 6.0                 | 9.4             | 8.0                          | 12.9            | 7.7                                  | 9.7             |
| 8             | 晋早8            | 123                           | 116             | 63                    | 101.4           | 5.8                 | 7.2             | 8.2                          | 13.7            | 7.5                                  | 10.4            |
| 9             | 晋早9            | 126                           | 135             | 70                    | 119.2           | 6.7                 | 8.4             | 8.0                          | 12.8            | 10.1                                 | 8.4             |
| 10            | 晋早10           | 123                           | 128             | 65                    | 96.0            | 5.3                 | 8.0             | 9.8                          | 12.0            | 8.0                                  | 11.3            |
| 11            | 晋早11           | 122                           | 122             | 65                    | 83.8            | 5.8                 | 7.4             | 8.8                          | 13.9            | 9.2                                  | 13.8            |
| 12            | 晋早12           | 120                           | 110             | 50                    | 58.9            | 5.4                 | 5.7             | 10.8                         | 11.8            | 7.4                                  | 10.4            |
| 13            | 晋早13           | 122                           | 111             | 45                    | 67.7            | 4.0                 | 5.3             | 8.8                          | 10.9            | 6.6                                  | 10.9            |
| 平均<br>Average |                | 122.8                         | 123.7           | 66                    | 99.0            | 5.6                 | 7.6             | 9.1                          | 13.1            | 8.1                                  | 10.5            |
| 14            | 中50            |                               | 110.0           |                       | 56.2            |                     | 6.0             |                              | 12.9            |                                      | 10.8            |
| 15            | 新陆早61号         | 123.0                         |                 | 75                    |                 | 5.2                 |                 | 10.8                         |                 | 9.9                                  |                 |

由表 3 可知,在北疆,13 个品系的生育期为 118~128 d,平均 122.8 d,相差 10 d。而在晋南,生育期为 109.5~135 d,平均 123.7 d,相差 24.5 d。品系在晋南表现高大、松散、晚熟。株高在北疆比晋南降低 5.8~52.9 cm,平均降幅 33 cm。第一果枝节位在晋南较高,平均为 7.6 台,在北疆为 5.6 台。果枝数在北疆平均为 9.1 个,而在晋南为 13.1 个。随着果枝数的增多,单株结铃数在晋南(10.5 个)也比在北疆(8.1 个)多(表 3)。

## 2.2 早熟品系在两地的产量性状比较

2.2.1 铃质量 13 个早熟品系的单铃质量在北疆平均为 5.7 g,在晋南平均为 5.2 g,其中,有 9 个品系的铃质量在北疆比晋南增加,平均铃质量提高 0.5 g。

2.2.2 衣分 早熟品系的衣分在北疆平均为 40.3%,在晋南平均为 39.8%,北疆平均衣分比晋南提高

0.5 百分点,其中有 10 个品系的衣分在北疆比在晋南有所提高。在北疆最高衣分为 43.1%,而在晋南最高衣分为 43.4%。

2.2.3 皮棉产量 各品系在北疆产量水平高,皮棉产量为 1 290~2 578.5 kg/hm<sup>2</sup>,平均为 2 061 kg/hm<sup>2</sup>,对照新陆早 61 号皮棉产量为 2 094 kg/hm<sup>2</sup>。该年晋南气候对棉花不利,后期雨水多,产量水平较低,皮棉产量为 354~1 005 kg/hm<sup>2</sup>,平均为 564 kg/hm<sup>2</sup>,对照中 50 皮棉产量为 781.5 kg/hm<sup>2</sup>。各品系在北疆的产量都比晋南高。各品系在北疆与晋南的差值为 361.5~1 972.5 kg/hm<sup>2</sup>。两地平均产量相差 1 428 kg/hm<sup>2</sup>。在北疆皮棉产量最高的品系为晋早 2 (2 578.5 kg/hm<sup>2</sup>),较其在晋南的皮棉产量(619.5 kg)高出 1 959 kg,增产 316.2%。而在晋南皮棉产量最高的品系为晋早 12(1 005 kg/hm<sup>2</sup>),在北疆其皮棉产量为 1 384.5 kg/hm<sup>2</sup>,增产 37.8%(表 4)。

表 4 早熟棉品系在两地的产量性状比较

Tab.4 Comparison of yield traits of early-maturing cotton lines in the two places

| 编号<br>Number  | 材料<br>Material | 单铃质量/g<br>Boll weight      |                          | 衣分/%<br>Lint percentage    |                          | 皮棉/(kg/hm <sup>2</sup> )<br>Lint |                          | 籽棉/(kg/hm <sup>2</sup> )<br>Unginned cotton |                          |
|---------------|----------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|
|               |                | 北疆<br>Northern<br>Xinjiang | 晋南<br>Southern<br>Shanxi | 北疆<br>Northern<br>Xinjiang | 晋南<br>Southern<br>Shanxi | 北疆<br>Northern<br>Xinjiang       | 晋南<br>Southern<br>Shanxi | 北疆<br>Northern<br>Xinjiang                  | 晋南<br>Southern<br>Shanxi |
| 1             | 晋早 1           | 5.6                        | 5.8                      | 40.9                       | 39.8                     | 2 278.5                          | 648.0                    | 5 569.5                                     | 1 630.5                  |
| 2             | 晋早 2           | 6.5                        | 5.6                      | 39.4                       | 40.0                     | 2 578.5                          | 619.5                    | 6 543.0                                     | 1 549.5                  |
| 3             | 晋早 3           | 5.9                        | 4.5                      | 38.6                       | 38.1                     | 1 840.5                          | 412.5                    | 4 768.5                                     | 1 081.5                  |
| 4             | 晋早 4           | 5.7                        | 4.4                      | 40.3                       | 38.2                     | 1 975.5                          | 388.5                    | 4 902.0                                     | 1 017.0                  |
| 5             | 晋早 5           | 6.0                        | 5.4                      | 40.4                       | 39.1                     | 2 346.0                          | 534.0                    | 5 808.0                                     | 1 366.5                  |
| 6             | 晋早 6           | 5.9                        | 5.4                      | 37.3                       | 36.0                     | 2 002.5                          | 354.0                    | 5 370.0                                     | 985.5                    |
| 7             | 晋早 7           | 5.9                        | 5.4                      | 36.5                       | 35.4                     | 1 837.5                          | 391.5                    | 5 035.5                                     | 1 107.0                  |
| 8             | 晋早 8           | 4.9                        | 5.4                      | 43.1                       | 40.9                     | 2 343.0                          | 444.0                    | 5 436.0                                     | 1 083.0                  |
| 9             | 晋早 9           | 5.4                        | 5.3                      | 41.1                       | 42.1                     | 2 344.5                          | 372.0                    | 5 703.0                                     | 885.0                    |
| 10            | 晋早 10          | 5.6                        | 5.3                      | 42.6                       | 41.1                     | 2 230.5                          | 595.5                    | 5 236.5                                     | 1 450.5                  |
| 11            | 晋早 11          | 4.8                        | 5.4                      | 42.4                       | 41.7                     | 2 341.5                          | 640.5                    | 5 523.0                                     | 1 534.5                  |
| 12            | 晋早 12          | 5.0                        | 5.6                      | 41.1                       | 43.4                     | 1 384.5                          | 1 005.0                  | 3 369.0                                     | 2 316.0                  |
| 13            | 晋早 13          | 5.1                        | 4.7                      | 39.9                       | 41.3                     | 1 290.0                          | 928.5                    | 3 235.5                                     | 2 248.5                  |
| 平均<br>Average |                | 5.7                        | 5.2                      | 40.3                       | 39.8                     | 2 061.0                          | 564.0                    | 5 115.0                                     | 14 04.0                  |
| 14            | 中 50           |                            | 5.5                      |                            | 43.1                     |                                  | 781.5                    |                                             | 1 813.5                  |
| 15            | 新陆早 61 号       | 5.0                        |                          | 39.0                       |                          | 2 094                            |                          | 5 370                                       |                          |

## 2.3 早熟棉品系在两地的纤维品质比较

供试品系的纤维长度、整齐度、比强度,在两地基本相当,纤维长度在晋南平均为 30.25 mm,在北疆平均为 29.72 mm,在晋南较北疆长 0.53 mm;

整齐度在北疆平均为 85.25%,在晋南平均为 85.48%,两地相差 0.23%;比强度在北疆平均为 31.7 cN/tex,在晋南平均为 31.21 cN/tex,较晋南高 0.49 cN/tex。

13个品系的马克隆值在3.55~4.65,平均为4.16;而在晋南为3.96~5.69,平均为4.81。在晋南较北疆平均高0.65。

按国家细绒棉分级标准<sup>[23]</sup>,13个品系的纤维品质在北疆和晋南的平均值均为Ⅱ级,两地的品质基本一致,趋势一致。在北疆,纤维品质属于Ⅰ级的有1个、Ⅱ级9个、Ⅲ级3个。在晋南属于Ⅰ级的有1个、Ⅱ级5个、Ⅲ级6个、Ⅳ级1个(表5)。

表5 早熟棉品系在两地的纤维品质比较

Tab.5 Comparison of fiber quality of early-maturing cotton lines in the two places

| 编号<br>Number  | 材料<br>Material | 长度/mm<br>Length      |                    | 整齐度/%<br>Uniformity  |                    | 比强度/(cN/tex)<br>Specific strength |                    | 马克隆值<br>Micronaire value |                    | 分级<br>Ranking        |                    |
|---------------|----------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
|               |                | 北疆                   | 晋南                 | 北疆                   | 晋南                 | 北疆                                | 晋南                 | 北疆                       | 晋南                 | 北疆                   | 晋南                 |
|               |                | Northern<br>Xinjiang | Southern<br>Shanxi | Northern<br>Xinjiang | Southern<br>Shanxi | Northern<br>Xinjiang              | Southern<br>Shanxi | Northern<br>Xinjiang     | Southern<br>Shanxi | Northern<br>Xinjiang | Southern<br>Shanxi |
| 1             | 晋早1            | 30.97                | 32.40              | 83.80                | 85.00              | 32.2                              | 32.5               | 3.65                     | 4.45               | Ⅱ                    | Ⅱ                  |
| 2             | 晋早2            | 30.13                | 31.30              | 86.00                | 86.10              | 30.8                              | 32.2               | 3.80                     | 4.82               | Ⅱ                    | Ⅱ                  |
| 3             | 晋早3            | 29.55                | 30.84              | 86.90                | 85.50              | 32.9                              | 34.8               | 4.51                     | 4.43               | Ⅱ                    | Ⅱ                  |
| 4             | 晋早4            | 31.21                | 31.73              | 86.10                | 84.90              | 34.9                              | 35.3               | 4.20                     | 3.96               | Ⅰ                    | Ⅰ                  |
| 5             | 晋早5            | 28.26                | 29.24              | 85.90                | 86.00              | 30.9                              | 30.9               | 4.28                     | 4.41               | Ⅱ                    | Ⅱ                  |
| 6             | 晋早6            | 31.03                | 30.98              | 85.20                | 83.50              | 33.4                              | 32.4               | 4.35                     | 4.46               | Ⅱ                    | Ⅱ                  |
| 7             | 晋早7            | 30.03                | 29.44              | 84.70                | 84.90              | 32.7                              | 29.5               | 4.53                     | 5.31               | Ⅱ                    | Ⅲ                  |
| 8             | 晋早8            | 29.81                | 30.70              | 85.30                | 87.20              | 29.7                              | 30.8               | 3.83                     | 5.69               | Ⅲ                    | Ⅳ                  |
| 9             | 晋早9            | 28.91                | 29.86              | 85.80                | 86.20              | 29.2                              | 28.9               | 4.56                     | 5.04               | Ⅲ                    | Ⅲ                  |
| 10            | 晋早10           | 28.62                | 28.06              | 84.30                | 84.60              | 32.6                              | 28.9               | 4.65                     | 5.04               | Ⅱ                    | Ⅲ                  |
| 11            | 晋早11           | 29.13                | 29.70              | 84.90                | 86.50              | 31.5                              | 29.6               | 4.24                     | 4.49               | Ⅱ                    | Ⅲ                  |
| 12            | 晋早12           | 28.42                | 30.06              | 84.40                | 86.50              | 29.9                              | 30.8               | 3.55                     | 5.48               | Ⅲ                    | Ⅲ                  |
| 13            | 晋早13           | 30.31                | 28.89              | 84.90                | 84.40              | 31.9                              | 29.1               | 3.82                     | 4.92               | Ⅱ                    | Ⅲ                  |
| 平均<br>Average |                | 29.72                | 30.25              | 85.25                | 85.48              | 31.7                              | 31.2               | 4.16                     | 4.81               | Ⅱ                    | Ⅱ                  |
| 14            | 中50            |                      | 28.90              |                      | 85.70              |                                   | 30.8               |                          | 5.20               |                      | Ⅲ                  |
| 15            | 新陆早61号         | 28.83                |                    | 83.50                |                    | 29.9                              |                    | 4.12                     |                    | Ⅲ                    |                    |

2.4 生态适应性分析

2.4.1 14个早熟棉花品系在北疆的适应性分析

通过对14个早熟棉花品系(13个棉花品系+新疆对照新陆早61号)的生育期、株高、果枝数、始节位、单株成铃数、铃质量、衣分、籽棉产量、皮棉产

量和纤维长度、整齐度、马克隆值、比强度等13个性状进行主成分分析,前6个特征根的累计百分率达到91.44%(表6),包含了13个指标的绝大部分信息,因此,选择主成分数为6,对应于这6个特征根的特征向量(表7)。

表6 特征根、百分率及累计百分率(北疆)

Tab.6 Characteristic roots, percentages, and cumulative percentages(northern Xinjiang)

| 编号<br>Number | 特征值<br>Characteristic roots | 百分率/%<br>Percentages | 累计百分率/%<br>Cumulative percentages | 编号<br>Number | 特征值<br>Characteristic roots | 百分率/%<br>Percentages | 累计百分率/%<br>Cumulative percentages |
|--------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 1            | 3.936 4                     | 30.280 3             | 30.280 3                          | 8            | 0.210 8                     | 1.621 2              | 97.479 6                          |
| 2            | 2.764 5                     | 21.265 2             | 51.545 4                          | 9            | 0.179 4                     | 1.379 9              | 98.859 4                          |
| 3            | 2.056 7                     | 15.821 1             | 67.366 6                          | 10           | 0.089 4                     | 0.687 3              | 99.546 7                          |
| 4            | 1.493 8                     | 11.490 7             | 78.857 2                          | 11           | 0.042 9                     | 0.329 9              | 99.876 7                          |
| 5            | 0.895 9                     | 6.891 7              | 85.748 9                          | 12           | 0.016 0                     | 0.123 0              | 99.999 7                          |
| 6            | 0.740 2                     | 5.694 1              | 91.443 0                          | 13           | 0                           | 0.000 3              | 100.000 0                         |
| 7            | 0.574 0                     | 4.415 4              | 95.858 3                          |              |                             |                      |                                   |

表 7 特征向量(北疆)  
Tab.7 Eigenvector(northern Xinjiang)

| 指标<br>Index                     | 因子 1<br>Factor 1 | 因子 2<br>Factor 2 | 因子 3<br>Factor 3 | 因子 4<br>Factor 4 | 因子 5<br>Factor 5 | 因子 6<br>Factor 6 |
|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 生育期 Growth period               | 0.271 1          | 0.621 0          | -0.571 9         | 0.328 8          | 0.051 6          | 0.061 0          |
| 株高 Plant height                 | 0.851 1          | -0.199 2         | 0.372 2          | 0.200 0          | -0.146 3         | -0.080 2         |
| 果枝数 Fruit branch number         | -0.312 7         | -0.263 5         | 0.535 4          | 0.310 4          | -0.323 5         | 0.532 8          |
| 始节位 Node starting position      | 0.723 3          | -0.144 9         | -0.450 6         | -0.242 0         | -0.095 1         | -0.036 7         |
| 单株成铃数 Number of bolls per plant | 0.465 9          | -0.208 7         | -0.319 6         | 0.723 6          | -0.039 6         | 0.097 9          |
| 铃质量 Boll weight                 | 0.578 1          | 0.363 3          | 0.563 1          | -0.329 9         | -0.206 6         | 0.066 5          |
| 衣分 Lint percentage              | -0.238 4         | -0.675 2         | -0.185 8         | -0.037 4         | 0.551 9          | 0.341 4          |
| 皮棉产量 Lint yield                 | 0.759 4          | -0.543 2         | 0.183 8          | 0.040 9          | 0.251 2          | 0.010 4          |
| 籽棉产量 Unginned cotton yield      | 0.860 0          | -0.384 4         | 0.253 3          | 0.053 8          | 0.100 4          | -0.082 0         |
| 绒长 Fiber length                 | 0.087 7          | 0.588 8          | 0.462 3          | 0.356 7          | 0.452 3          | -0.238 8         |
| 整齐度 Uniformity                  | 0.420 9          | 0.324 6          | 0.016 4          | -0.613 6         | 0.253 6          | 0.299 7          |
| 马克隆值 Micronaire value           | 0.625 8          | 0.324 7          | -0.522 1         | -0.033 9         | -0.162 7         | 0.255 1          |
| 比强度 Specific strength           | 0.129 5          | 0.785 4          | 0.251 6          | 0.217 8          | 0.201 7          | 0.309 0          |

第 1 主成分的百分率超过 30%, 其中株高、始节位、皮棉产量和籽棉产量的系数明显大于其他性状指标, 说明第 1 主成分是棉花产量及相关性状的综合反映; 第 2 主成分的百分率为 21.27%, 其中纤维绒长和比强度有较大的正系数, 而衣分有较大的负系数, 说明第 2 主成分是棉花纤维品质的综合反映; 第 3 主成分的百分率为 15.82%, 其中果枝数和铃质量有较大的正系数; 第 4 主成分的百分率

为 11.49%, 其中单株成铃数有较大的正系数, 纤维整齐度有较大的负系数; 第 5、6 主成分的百分率较小, 分别为 6.89% 和 5.69%, 第 5 主成分中衣分有较大的正系数, 是对第 2 主成分中衣分作用的修正。

根据主成分的定义, 可以得到 6 个主成分得分, 进而通过主成分得分与百分率得出每个棉花品系的综合得分, 结果见表 8。

表 8 棉花品系在北疆的主成分得分与综合得分

Tab.8 Principal component score and composite score of cotton lines in northern Xinjiang

| 品系<br>Strain         | 第 1 主成分<br>Principal component 1 | 第 2 主成分<br>Principal component 2 | 第 3 主成分<br>Principal component 3 | 第 4 主成分<br>Principal component 4 | 第 5 主成分<br>Principal component 5 | 第 6 主成分<br>Principal component 6 | 综合得分<br>Composite score |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 晋早 1 Jinzao 1        | 1.002 0                          | 1.188 0                          | 1.398 1                          | 1.187 2                          | 0.083 2                          | 0.209 3                          | 0.931 303               |
| 晋早 2 Jinzao 2        | 1.586 1                          | 0.081 5                          | 1.691 9                          | -1.055 9                         | -0.768 8                         | 1.001 5                          | 0.647 997               |
| 晋早 3 Jinzao 3        | -0.373 2                         | -0.335 6                         | -0.627 4                         | -1.852 4                         | -0.703 5                         | 0.241 8                          | -0.531 200              |
| 晋早 4 Jinzao 4        | -0.224 3                         | 2.100 7                          | -1.319 8                         | -0.673 8                         | 0.849 4                          | 1.329 8                          | 0.226 826               |
| 晋早 5 Jinzao 5        | 0.527 8                          | -1.228 7                         | 0.658 1                          | -1.280 0                         | -0.266 1                         | -0.442 3                         | -0.187 950              |
| 晋早 6 Jinzao 6        | 0.354 7                          | 1.251 6                          | -0.531 7                         | 0.377 7                          | -1.278 3                         | -1.045 0                         | 0.185 239               |
| 晋早 7 Jinzao 7        | -0.490 8                         | 0.111 4                          | -0.831 4                         | 0.206 8                          | -1.923 7                         | -1.119 1                         | -0.429 000              |
| 晋早 8 Jinzao 8        | 0.239 1                          | 0.030 7                          | 0.861 8                          | 0.091 7                          | 1.663 6                          | -1.701 6                         | 0.243 571               |
| 晋早 9 Jinzao 9        | 0.766 0                          | -1.150 6                         | -1.388 6                         | 0.194 2                          | 0.545 6                          | -1.113 7                         | -0.235 920              |
| 晋早 10 Jinzao 10      | -0.066 1                         | -0.428 5                         | -0.808 4                         | -0.460 3                         | 0.858 7                          | 1.223 4                          | -0.163 090              |
| 晋早 11 Jinzao 11      | 0.375 2                          | -0.175 0                         | -0.478 9                         | 0.450 8                          | 1.549 6                          | -0.297 5                         | 0.142 284               |
| 晋早 12 Jinzao 12      | -1.797 8                         | -1.401 7                         | 0.778 6                          | 0.437 9                          | 0.059 2                          | 0.948 1                          | -0.610 890              |
| 晋早 13 Jinzao 13      | -2.331 7                         | 0.833 4                          | 1.105 6                          | 0.117 9                          | 0.083 4                          | -0.532 0                         | -0.364 900              |
| 新陆早 61 号 Xinluzao 61 | 0.433 0                          | -0.877 2                         | -0.507 8                         | 2.258 2                          | -0.752 4                         | 1.297 4                          | 0.145 741               |

根据综合得分可以看出,各品系在北疆的适应性依次为:晋早1、晋早2、晋早8、晋早4、晋早6、新陆早45号、晋早11、晋早10、晋早5、晋早9、晋早13、晋早7、晋早3、晋早12。有5个品系优于对照新陆早61号。

#### 2.4.2 14个早熟棉花品系在晋南的适应性分析

表9 特征根、百分率及累计百分率(晋南)

Tab.9 Characteristic roots, percentages, and cumulative percentages(southern Shanxi)

| 编号<br>Number | 特征值<br>Characteristic roots | 百分率/%<br>Percentages | 累计百分率/%<br>Cumulative percentages | 编号<br>Number | 特征值<br>Characteristic roots | 百分率/%<br>Percentages | 累计百分率/%<br>Cumulative percentages |
|--------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 1            | 6.039 1                     | 46.454 8             | 46.454 8                          | 7            | 0.202 3                     | 1.556 3              | 97.477 2                          |
| 2            | 2.196 7                     | 16.897 3             | 63.352 2                          | 8            | 0.171 2                     | 1.316 5              | 98.793 8                          |
| 3            | 1.720 8                     | 13.236 6             | 76.588 8                          | 9            | 0.081 0                     | 0.623 4              | 99.417 2                          |
| 4            | 1.318 8                     | 10.144 3             | 86.733 2                          | 10           | 0.043 0                     | 0.330 6              | 99.747 8                          |
| 5            | 0.752 4                     | 5.787 4              | 92.520 6                          | 11           | 0.029 2                     | 0.224 3              | 99.972 1                          |
| 6            | 0.442 0                     | 3.400 3              | 95.920 9                          | 12           | 0.003 6                     | 0.027 8              | 100.000 0                         |

表10 特征向量(晋南)

Tab.10 Eigenvector(southern Shanxi)

| 指标<br>Index                     | 因子1<br>Factor 1 | 因子2<br>Factor 2 | 因子3<br>Factor 3 | 因子4<br>Factor 4 | 因子5<br>Factor 5 |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 生育期 Growth period               | -0.873 8        | -0.270 5        | -0.092 2        | -0.139 5        | 0.073 3         |
| 株高 Plant height                 | -0.895 4        | -0.233 2        | 0.205 5         | -0.040 0        | 0.008 0         |
| 果枝数 Fruit branch number         | -0.613 8        | 0.508 1         | 0.561 8         | -0.113 5        | 0.057 7         |
| 始节位 Node starting position      | -0.799 6        | -0.467 7        | 0.110 4         | -0.104 8        | 0.119 6         |
| 单株成铃数 Number of bolls per plant | 0.353 9         | 0.381 3         | 0.311 1         | -0.722 5        | 0.268 3         |
| 铃质量 Boll weight                 | 0.298 6         | -0.390 2        | 0.394 9         | 0.412 2         | 0.645 1         |
| 衣分 Lint percentage              | 0.813 5         | 0.081 4         | 0.289 7         | -0.004 5        | -0.170 4        |
| 皮棉产量 Lint yield                 | 0.937 2         | 0.172 4         | -0.200 1        | 0.038 5         | 0.137 8         |
| 籽棉产量 Unginned cotton yield      | 0.905 0         | 0.179 3         | -0.258 7        | 0.034 8         | 0.187 5         |
| 绒长 Fiber length                 | -0.463 9        | 0.548 2         | 0.037 2         | 0.636 9         | 0.123 9         |
| 整齐度 Uniformity                  | 0.320 7         | 0.145 4         | 0.893 3         | 0.086 3         | -0.204 2        |
| 马克隆值 Micronaire value           | 0.545 0         | -0.587 7        | 0.284 4         | 0.304 5         | -0.306 0        |
| 比强度 Specific strength           | -0.518 8        | 0.747 6         | -0.135 5        | 0.270 9         | -0.085 3        |

第1主成分的百分率为46.45%,其中衣分、皮棉产量和籽棉产量的系数明显大于其他性状指标,说明第1主成分是棉花产量的综合反映;第2主成分的百分率为16.90%,其中纤维绒长和比强度有较大的正系数,说明第2主成分是棉花纤维品质的综合反映;第3主成分的百分率为13.24%,其中纤维整齐度有较大的正系数;第4主成分的百分率为10.14%,其中纤维绒长有较大的正系数;第5主成分的百分率较小,为5.79%,其中铃质量有较大的正系数。第1主成分与第5主成分主要反映

通过对14个早熟棉花品系(13个棉花品系+山西对照中棉所50号)的13个性状进行主成分分析,前5个特征根的累计百分率达到92.52%(表9),包含了13个指标的绝大部分信息,因此,选择主成分数为5,对应于这5个特征根的特征向量见表10。

产量及其相关性状的综合表现,第2、3、4主成分主要反映纤维品质的综合表现。

根据主成分的定义,可以得到5个主成分得分,进而通过主成分得分与百分率得出每个棉花品系的综合得分,结果见表11。

根据综合得分可以看出,各品系在晋南的适应性依次为:晋早12、中50、晋早1、晋早2、晋早13、晋早8、晋早4、晋早11、晋早3、晋早9、晋早5、晋早6、晋早10、晋早7。仅有品系晋早12优于对照中50。

表 11 棉花品系在晋南的主成分得分与综合得分

Tab.11 Principal component score and composite score of cotton strain in Southern Shanxi

| 品系<br>Strain    | 第 1 主成分<br>Principal component 1 | 第 2 主成分<br>Principal component 2 | 第 3 主成分<br>Principal component 3 | 第 4 主成分<br>Principal component 4 | 第 5 主成分<br>Principal component 5 | 综合得分<br>Composite score |
|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 晋早 1 Jinzao 1   | 0.480 0                          | 1.576 8                          | -0.828 8                         | 0.047 0                          | 1.697 9                          | 0.482 747               |
| 晋早 2 Jinzao 2   | 0.230 4                          | 1.037 2                          | 0.465 3                          | 0.317 3                          | 0.908 3                          | 0.428 635               |
| 晋早 3 Jinzao 3   | -0.773 8                         | 0.933 1                          | 0.226 1                          | 0.000 5                          | -1.673 1                         | -0.268 650              |
| 晋早 4 Jinzao 4   | -0.147 5                         | 1.708 7                          | -0.343 3                         | -0.522 2                         | -1.994 5                         | 0.006 359               |
| 晋早 5 Jinzao 5   | -0.676 6                         | -0.244 6                         | 0.160 7                          | -1.970 0                         | 0.492 3                          | -0.505 720              |
| 晋早 6 Jinzao 6   | -1.032 3                         | 0.441 9                          | -1.948 3                         | 0.992 2                          | 0.648 5                          | -0.524 590              |
| 晋早 7 Jinzao 7   | -1.305 6                         | -0.990 8                         | -0.516 9                         | 0.582 9                          | 0.511 6                          | -0.753 610              |
| 晋早 8 Jinzao 8   | -0.327 5                         | 0.052 2                          | 2.243 9                          | 0.864 7                          | -0.050 0                         | 0.238 521               |
| 晋早 9 Jinzao 9   | -1.178 8                         | -0.863 3                         | 0.956 5                          | 1.229 8                          | -0.195 0                         | -0.453 410              |
| 晋早 10 Jinzao 10 | -0.266 9                         | -1.774 1                         | -0.732 7                         | -0.381 3                         | -0.116 3                         | -0.566 160              |
| 晋早 11 Jinzao 11 | 0.079 7                          | -0.378 9                         | 0.517 9                          | -2.302 4                         | 0.506 9                          | -0.162 670              |
| 晋早 12 Jinzao 12 | 1.885 8                          | -0.012 0                         | 0.577 7                          | 0.777 2                          | 0.613 0                          | 1.064 803               |
| 晋早 13 Jinzao 13 | 1.778 8                          | -1.108 6                         | -1.239 7                         | 0.327 9                          | -1.379 4                         | 0.428 352               |
| 中 50 Zhong 50   | 1.254 4                          | -0.377 8                         | 0.461 6                          | 0.036 3                          | 0.029 7                          | 0.585 392               |

### 3 结论与讨论

本研究表明,各品系在北疆的适应性依次为:晋早 1、晋早 2、晋早 8、晋早 4、晋早 6、新陆早 61 号、晋早 11、晋早 10、晋早 5、晋早 9、晋早 13、晋早 7、晋早 3、晋早 12,有 5 个品系优于对照新陆早 61 号。各品系在晋南的适应性依次为:晋早 12、中 50、晋早 1、晋早 2、晋早 13、晋早 8、晋早 4、晋早 11、晋早 3、晋早 9、晋早 5、晋早 6、晋早 10、晋早 7,仅有品系晋早 12 优于对照中 50。尽管 13 个棉花品系(不包括对照)在北疆和晋南的优先顺序不同,但品系晋早 1、晋早 2、晋早 8、晋早 4 和晋早 11 排名均在前列,说明这 5 个棉花品系在北疆和晋南均有较好的适应性,在两地均可种植。为下一步引种试验提供科学依据。

李红英等<sup>[24]</sup>研究发现,棉铃期的气温是影响棉花可溶性糖转化和纤维合成的主要气象因素。唐淑荣等<sup>[25]</sup>研究表明, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温是影响棉花中熟品种纤维品质最主要因素,气象因子影响纤维长度和马克隆值顺序为 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温、降雨量和日照时数;影响比强度和纺纱均匀性指数的顺序为 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温、日照时数和降雨量。录亚丹等<sup>[26]</sup>研究认为,大多数山西选育的棉花材料在北疆早熟植棉区种植后铃重和衣分增加,但纤维品质下降。李蕾等<sup>[27]</sup>研究表明,年日照时数

对棉花品质检验指标影响最大,其中气象因素对马克隆值的影响大于其他品质指标。

13 个早熟棉品系在晋南和北疆的生育期、单铃质量、衣分、纤维长度、整齐度、比强度差异较小,但株型、单株结铃数、马克隆值、皮棉产量差异较大。结合前人研究表明,气温<sup>[28-29]</sup>和日照时数<sup>[30-31]</sup>对棉花纤维品质影响较大。纤维品质的下降将阻碍山西早熟棉花品种在新疆北疆早熟棉区的示范和推广应用。下一步在做好早熟棉品种选育的同时,要注重选择纤维品质优良的材料。

#### 参考文献:

- [1] 王国平,毛树春,韩迎春,等.中国麦棉两熟种植制度的研究[J].中国农学通报,2012,28(6):14-18.  
WANG G P, MAO S C, HAN Y C, et al. The study on wheat-cotton double cropping system in China[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2012, 28(6): 14-18.
- [2] 张宇晓.麦棉两熟种植模式影响棉花源库代谢及纤维品质的物质基础研究[D].南京:南京农业大学,2015.  
ZHANG Y X. Effects of the substance bases on cotton source-sink metabolism and fiber quality in wheat-cotton double cropping systems[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2015.
- [3] 杜祥备.麦棉两熟种植模式对棉花产量品质形成和资源利用效率的影响[D].南京:南京农业大学,2014.  
DU X B. Effects of wheat-cotton cropping systems on cotton

- yield formation and resource use efficiency[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2014.
- [4] 张思平, 阎俊, 马慧娟, 等. 黄淮海地区麦后直播棉花高产轻简栽培技术规程[J]. 中国棉花, 2016, 43(5): 43-45.  
ZHANG S P, YAN J, MA H J, et al. Technical specification for high yield and simple cultivation of direct seeding cotton after wheat in Huanghuai area[J]. China Cotton, 2016, 43(5): 43-45.
- [5] 温铁军, 董筱丹, 王位山. 农产品价格上涨的宏观影响[C]//纪念农村改革30周年学术论文集. 北京: 中国人民大学, 2008: 7.  
WEN T J, DONG X D, WANG W S. The macro impact of rising agricultural product prices[C]//Proceedings of Academic Papers in Commemoration of the 30th Anniversary of Rural Reform. Beijing: Chinese Renmin University, 2008: 7.
- [6] 李冉, 杜珉. 加快推进黄河流域棉花生产机械化: 迫切性、发展现状及政策建议: 基于山东、河北棉花生产机械化情况的调查[J]. 中国棉花, 2013, 40(6): 1-4.  
LI R, DU M. Research on the development of cotton producing mechanization in the Yellow River valley-investigation on cotton production mechanization in Shandong and Hebei Province[J]. China Cotton, 2013, 40(6): 1-4.
- [7] 李志军, 王海东, 张富仓, 等. 新疆滴灌施肥棉花生长和产量的水肥耦合效应[J]. 排灌机械工程学报, 2015, 33(12): 1069-1077.  
LI Z J, WANG H D, ZHANG F C, et al. Effects of water-fertilizer coupling on field cotton growth and yield under fertigation in Xinjiang[J]. Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering, 2015, 33(12): 1069-1077.
- [8] 喻树迅, 周亚立, 何磊. 新疆兵团棉花生产机械化的发展现状及前景[J]. 中国棉花, 2015, 42(8): 1-4.  
YU S X, ZHOU Y L, HE L. Development of mechanization of cotton production in the Xinjiang production and construction corps[J]. China Cotton, 2015, 42(8): 1-4.
- [9] 董合忠, 杨国正, 田立文, 等. 棉花轻简化栽培[M]. 北京: 科学出版社, 2016.  
DONG H Z, YANG G Z, TIAN L W, et al. Cotton light simplified cultivation[M]. Beijing: Science Press, 2016.
- [10] 田笑明, 李雪源, 吕新, 等. 新疆棉作理论与现代植棉技术[M]. 北京: 科学出版社, 2016.  
TIAN X M, LI X Y, LV X, et al. New Xinjiang cotton production theory and modern cotton planting technology[M]. Beijing: Science Press, 2016.
- [11] APPIAH M K, FEIKE T, WIREDU A, et al. Cotton production, land use change and resource competition in the Aksu-Tarim River Basin, Xinjiang, China[J]. Quarterly Journal of International Agriculture, 2014, 53(3): 243-261.
- [12] SHEN Y J, LI S, CHEN Y N, et al. Estimation of regional irrigation water requirement and water supply risk in the arid region of Northwestern China 1989-2010[J]. Agricultural Water Management, 2013, 128: 55-64.
- [13] 黄秋霞, 傅玮东, 胡启瑞, 等. 北疆主要植棉区热量资源变化及对棉花产量的影响[J]. 中国棉花, 2021, 48(8): 4-12.  
HUANG Q X, FU W D, HU Q R, et al. Analysis on the change of thermal resources and its effect on cotton yield in main cotton areas in northern Xinjiang[J]. China Cotton, 2021, 48(8): 4-12.
- [14] 张鑫, 楼俊伟, 范瑜越, 等. 不同气候背景下北疆霜期的时空变化特征[J]. 沙漠与绿洲气象, 2023, 17(6): 89-95.  
ZHANG X, LOU J W, FAN Y Y, et al. Spatial and temporal variation characteristics of frost period in northern Xinjiang under different climatic background[J]. Desert and Oasis Meteorology, 2023, 17(6): 89-95.
- [15] 王娣, 胡江玲. 1981—2020年新疆南北疆气温和降水变化特征分析[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(24): 214-219.  
WANG D, HU J L. Analysis on the variation characteristics of temperature and precipitation in northern and southern Xinjiang from 1981 to 2020[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2022, 50(24): 214-219.
- [16] 胡莉婷, 胡琦, 潘学标, 等. 气候变暖和覆膜对新疆不同熟性棉花种植区划的影响[J]. 农业工程学报, 2019, 35(2): 90-99.  
HU L T, HU Q, PAN X B, et al. Effects of global warming and plastic mulching on cotton-planting zoning with different matures in Xinjiang[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2019, 35(2): 90-99.
- [17] 皇甫张龙, 胡晓丽. 运城市早熟棉材料筛选与分析[J]. 河北农业科学, 2020, 24(4): 85-88.  
HUANGFU Z L, HU X L. Screening and analysis of early maturing cotton materials in Yuncheng city[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2020, 24(4): 85-88.
- [18] 刘太杰, 刘锦涛, 万素梅, 等. 不同品种与播期对麦棉套作棉花生长、产量及棉铃空间分布的影响[J]. 新疆农业科学, 2021, 58(8): 1382-1391.  
LIU T J, LIU J T, WAN S M, et al. Effects of variety and sowing date on cotton growth, yield and cotton boll spatial distribution in wheat-cotton intercropping[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2021, 58(8): 1382-1391.
- [19] 张志高, 张秀丽, 贾梦薇, 等. 1960—2020年黄河流域农业热量资源时空演变特征[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2024, 44(3): 119-130.  
ZHANG Z G, ZHANG X L, JIA M W, et al. Spatiotemporal evolution characteristics of agricultural thermal resources in the Yellow River Basin from 1960 to 2020[J]. Journal of Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition), 2024, 44(3): 119-130.
- [20] 赵双印, 王为然, 闫雪雪, 等. 120份棉花种质资源品质性状与遗传多样性分析[J]. 新疆农业科学, 2023, 60(1): 17-24.  
ZHAO S Y, WANG W R, YAN X X, et al. Analysis of quality traits and genetic diversity of 120 cotton germplasm resources[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2023, 60(1): 17-24.
- [21] 杨延龙, 马志刚, 吾买尔江·库尔班, 等. 189份引进棉花种质资源农艺性状与品质性状的遗传多样性分析[J]. 新疆农业科学, 2022, 59(12): 2870-2878.  
YANG Y L, MA Z G, WUMAIERJIANG KURBAN, et al. Genetic diversity analysis of agronomic traits and quality traits of 189 imported cotton germplasm resources[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2022, 59(12): 2870-2878.
- [22] 李静. 转基因棉长期种植对土壤质量的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2019.

- LI J. Effects of long-term planting of transgenic cotton on soil quality[D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2019.
- [23] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. GB 1103.1—2023, 棉花 第1部分: 锯齿加工细绒棉[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
- State Administration for Market Regulation, Standardization Administration of the People's Republic of China. GB 1103.1-2023, Cotton Part 1: Serrated processing of fine lint cotton[S]. Beijing: Standards Press of China, 2023.
- [24] 李红英, 王啸天, 郭璇, 等. 新疆第八师气象要素对棉花含糖量和纤维素变化的影响[J]. 新疆农垦科技, 2021, 44(5): 60-63.
- LI H Y, WANG X T, GUO X, et al. Influence of meteorological elements on sugar content and cellulose change of cotton in Xinjiang eighth division[J]. Xinjiang Farm Research of Science and Technology, 2021, 44(5): 60-63.
- [25] 唐淑荣, 魏守军, 郭瑞林, 等. 不同熟性棉花品种纤维品质特征分析与评价[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2019, 27(10): 1564-1577.
- TANG S R, WEI S J, GUO R L, et al. Evaluation and analysis of fiber quality characteristics of different maturity cotton varieties[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2019, 27(10): 1564-1577.
- [26] 录亚丹, 吴新明, 赵战胜, 等. 不同生态区引种对棉花铃重、衣分及纤维品质的影响[J]. 中国棉花, 2023, 50(1): 20-24.
- LU Y D, WU X M, ZHAO Z S, et al. Effects of cultivar introduction between different ecological regions on boll weight, lint percentage and fiber quality of cotton[J]. China Cotton, 2023, 50(1): 20-24.
- [27] 李蕾, 张苏道, 薛文良. 年际间棉花品质变化与气象因素影响分析[J]. 中国纤检, 2023(11): 28-32.
- LI L, ZHANG S D, XUE W L. Analysis of inter-annual cotton quality change and the influence of meteorological factors[J]. China Fiber Inspection, 2023(11): 28-32.
- [28] 芮建文, 芮建梅, 黄秋霞, 等. 新疆昌吉气象条件变化对棉花产量的影响分析[J]. 中国棉花, 2024, 51(7): 1-7.
- RUI J W, RUI J M, HUANG Q X, et al. Analysis of influence of meteorological conditions on cotton yield in Changji, Xinjiang[J]. China Cotton, 2024, 51(7): 1-7.
- [29] 孙帅, 王雪姣, 李顺澳, 等. 1961—2022年新疆棉花花铃期高温热害时空变化规律研究[J]. 棉花学报, 2024, 36(2): 87-100.
- SUN S, WANG X J, LI S A, et al. The temporal and spatial variation of high temperature and heat damage during flowering and boll setting stage of cotton in Xinjiang from 1961 to 2022[J]. Cotton Science, 2024, 36(2): 87-100.
- [30] 孟婷, 曹琦, 吴智勋, 等. 吐絮后不同光照条件对塔河2号棉纤维品质的影响[J]. 中国棉花, 2025, 52(3): 15-18.
- MENG T, CAO Q, WU Z X, et al. The influence of different light conditions on the fiber quality of Tahe 2[J]. China Cotton, 2025, 52(3): 15-18.
- [31] 侯慧杰, 杨明凤, 杜锋, 等. 棉花生长周期与气象条件的匹配度研究[J]. 棉花科学, 2023, 45(1): 15-17.
- HOU H J, YANG M F, DU F, et al. Study on the matching degree between cotton growth cycle and meteorological conditions[J]. Cotton Sciences, 2023, 45(1): 15-17.

## 著作权使用声明

本刊已许可中国知网以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含中国知网著作权使用费, 所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。如有异议, 请在投稿时说明, 本刊将按作者说明处理。

《山西农业科学》编辑部