

引用格式:

邹佳怡, 贺云新, 谢章书, 李侃, 杨丹, 何玉玺, 熊圆, 周仲华. 播种方式对直播棉产量及品质的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2021, 47(5): 501–506.

ZOU J Y, HE Y X, XIE Z S, LI K, YANG D, HE Y X, XIONG Y, ZHOU Z H. Effects of sowing methods on the yield and quality of direct seeding cotton[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2021, 47(5): 501–506.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



播种方式对直播棉产量及品质的影响

邹佳怡¹, 贺云新^{2#}, 谢章书¹, 李侃¹, 杨丹¹, 何玉玺¹, 熊圆¹, 周仲华^{1*}

(1.湖南农业大学棉花研究所, 湖南 长沙 410128; 2.湖南省棉花科学研究所, 湖南 常德 415101)

摘 要: 2019 年, 以湖南农业大学选育的 JX0010 为供试材料, 开展播期(5 月 24 日、6 月 3 日)、播种深度(2、4 cm)和覆盖物(基质、50% 基质+50% 耕作层土壤、耕作层土壤)的三因素再裂区试验, 研究不同播种方式对棉花出苗率、产量及纤维品质的影响。结果表明: 6 月 3 日播种、播种深度为 2 cm 时, 采用混合土覆种, 其出苗率和出苗穴率均最高, 分别达 88% 和 95%; 播期对单株铃数存在显著影响, 随着播期的推迟, 单株铃数减少; 覆盖物对马克隆值有显著影响, 用 50% 基质+50% 耕作层土壤作为覆盖物, 其马克隆值较低, 可纺性能较好; 播种深度对棉花整齐度指数和纺纱均匀性指数有显著影响, 随着播种深度增加, 整齐度指数和纺纱均匀性指数均增加; 播期对棉花纤维的伸长率有显著影响, 随着播期的推迟, 伸长率显著提高。综合分析, 6 月初播种、播种深度为 2 cm、混合土覆种为湖南棉区油后直播棉较适宜的栽培方式, 有利于达到棉花一播全苗、高产质优的目的。

关 键 词: 棉花; 播期; 播种深度; 覆土方式; 出苗率; 产量; 品质

中图分类号: S562.04

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2021)05-0501-06

Effects of sowing methods on the yield and quality of direct seeding cotton

ZOU Jiayi¹, HE Yunxin^{2#}, XIE Zhangshu¹, LI Kan¹, YANG Dan¹,
HE Yuxi¹, XIONG Yuan¹, ZHOU Zhonghua^{1*}

(1. Institute of Cotton Science, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 2. Hunan Institute of Cotton Science, Changde, Hunan 415101, China)

Abstract: To establish a high-yield and high-efficiency mode of direct seeding cotton in Hunan cotton planting region, we used the cotton variety JX0010 provided by Hunan Agricultural University as the test material and investigated the sowing dates, sowing depths and covering soil material's effect on the seedling emergence rate, yield and fiber quality of cotton. The results showed when cotton seeds were sown on June 3 and the sowing depth was 2 cm, the seedling emergence rate and seedling hole rate were the highest, the highest seedling emergence rate and seedling hole rate reached 88% and 95%, respectively. The sowing date had a significant effect on boll number per plant. With the delay of the sowing date, boll number per plant decreased. The results showed that mulch had significant effect on micronaire value, an index of fiber quality of the treatment with 50% substrate plus 50% arable soil as mulch was better. The sowing depth had significant effect on cotton evenness index and spinning evenness index, which increased with the increase of sowing depth. The results showed that the elongation of cotton fiber was significantly affected by sowing date, and the elongation increased significantly with the delay of sowing date. Sowing at the beginning of June with the depth 2 cm and mixing soil mulching was the optimal cultivation method for Hunan region. It is beneficial to all cotton seedlings in one

收稿日期: 2020-09-13

修回日期: 2020-09-26

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0100404); 湖南省重点研发计划项目(2020NK2023); 湖南省自然科学基金项目(2018JJ2014)

作者简介: 邹佳怡(1995—), 女, 湖南湘潭人, 硕士研究生, 主要从事棉花栽培生理研究, 2398499290@qq.com; #并列第一作者, 贺云新(1979—), 男, 湖南湘乡人, 高级农艺师, 主要从事棉花栽培与育种研究, heyunxin20@163.com; *通信作者, 周仲华, 博士, 教授, 主要从事棉花遗传育种、棉花栽培生理研究, 55960548@qq.com

sowing, achieving the goal of high yield and high quality.

Keywords: cotton; sowing dates; sowing depths; soil covering methods; seedling emergence rate; yield; quality

湖南省位于长江中下游,属于亚热带地区,大部分地区皆适宜种植棉花,是中国最南端的棉花主产省^[1]。近年来,棉花种植面积逐渐减少。主要原因是随着社会经济的发展,城市化进程加快,大量农村劳动力向城市转移,从事农业劳动的人越来越少;同时植棉的经济效益降低,棉农积极性下降;再者,长江流域机械化程度较低,棉花种植主要依靠人工。为了稳定长江流域棉花的种植面积,保证棉花产业的良好发展,实现棉花轻简化栽培、加快棉花生产机械化成为现代棉花产业发展的必然趋势^[2]。直播棉是长江流域棉花轻简化栽培的主要方式之一,而决定直播棉成败的关键是能否实现一播全苗^[3]。湖南降水充沛,洪涝灾害频繁,全年大部分降水量集中在春、夏两季,极端降水事件的区域性特征显著^[4]。直播棉苗期正值渍涝多发季节,病害滋生、僵苗迟发,严重阻碍棉花的一播全苗、壮苗早发^[5]。而育苗基质富含植物营养,具有合理的大小孔隙比,不带病菌,能减少土传病害,改善作物的生长环境,使水、肥、气得到合理供应^[6-7]。打穴播种较传统条播节约种子,降低成本。近年来,与直播棉相关的栽培方式已有大量研究,但采用基质覆盖的直播棉栽培方式尚少有报道。本研究旨在探讨在简化栽培条件下如何通过不同覆土方式,达到棉花一播全苗、高产和优质的目的。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试棉花为湖南农业大学棉花研究所选育的短季常规棉花品种 JX0010。在试验前进行脱绒并晒种,用手选法去除空粒种子和杂质,挑选籽粒饱满的种子作为试验材料。

1.2 试验设计与田间管理

本试验于 2019 年在湖南农业大学浏阳基地进行。试验地前作为油菜,耕作层土壤水解性氮、有效磷、速效钾含量分别为 350、49.4、0.69 mg/kg。

试验为播期(A,主区因素),播种深度(B,副区因素),覆盖物(C,副副区因素)3 因素再裂区设计。播期设 2 个水平:5 月 24 日(A1)、6 月 3 日(A2);

播种深度设 2 个水平:2 cm(B1)、4 cm(B2);覆盖物设 3 个水平:基质(C1)、50%基质+50%耕作层土壤(C2)、耕作层土壤(C3)。3 次重复。主区按随机区组设计。小区面积 20 m²。每小区 4 行,共 36 个小区。播种前先在阳光下曝晒土壤,再用 50%多菌灵对土壤进行消毒处理。采用地膜覆盖、膜上直播的栽培方式。肥力要求中等、均匀一致。种植密度为 2000 株/(667 m²),每穴精确播种 2 粒种子,播种深度即为覆土深度。其他田间栽培管理措施参照 DB43/T 286—2006《棉花栽培技术规范》执行。

1.3 测试项目与方法

1.3.1 出苗率的调查

观察小区里苗株的出苗情况,记录出苗率和出苗穴率。出苗率为出苗数与播种种子总数的百分比;出苗穴率为出苗穴数与播种穴数的百分比。

1.3.2 产量性状的调查

吐絮盛期,观测每小区连续 5 株棉株的个体成铃数(包括烂铃和吐絮铃),取平均单株铃数。采收棉株中部第 1~2 果节充分吐絮的棉铃,每株 1~2 铃,每小区采 50 个棉铃。晒干后称籽棉质量,轧花后称棉籽重量,计算平均单铃籽棉质量、籽指、衣分、籽棉产量和皮棉产量。

1.3.3 纤维品质检测

每小区采摘中上部吐絮正常的 50 个棉铃,晒干,轧出皮棉。皮棉样品送中国农业科学院棉花研究所检测纤维长度、马克隆值、整齐度、断裂比强度、断裂伸长率、纺纱均匀性指数等棉花纤维品质指标。

1.4 数据处理与分析

采用 Excel 2019 和 DPS 7.05 进行数据处理与统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对出苗的影响

由表 1、表 2 可知,覆盖物对出苗率有显著影响,混合土覆种(C2)出苗率最高,分别比耕作层土

壤覆种(C3)和基质覆种(C1)高出 13.0%、23.2%。出苗穴率调查结果表明,C2 处理的出苗穴率最高,分别比 C3 和 C1 的高出 10.1%和 20.3%。播期和播种深度对出苗率和出苗穴率有显著或极显著影响,A2 的出苗率和出苗穴率高于 A1 的,B1 的出苗率和出苗穴率高于 B2 的。在同一播期水平下,出苗率均随着播种深度的增加而降低;播期为 A1 时,B1 处理的出苗率比 B2 处理的高 63.0%;播期为 A2 时,B1 处理的出苗率比 B2 处理的高 15.9%。播期与播种深度对出苗穴率存在显著的互作效应。在同一播期水平下,出苗穴率均随着播种深度的增加而降低,播期为 A1 时,B1 处理的出苗率比 B2 处理的高 44.2%;播期为 A2 时,B1 处理的出苗率比 B2 处理的高 18.1%。播种深度与覆盖物对出苗穴率存

在显著的互作效应。播种深度为 B1 时,C2 处理的出苗穴率最高,较 C3 和 C1 处理均高 1.7%;播种深度为 B2 时,C2 处理的出苗穴率最高,较 C3 和 C1 处理的分别高 22.4%和 51.9%。播期、播种深度与覆盖物三者之间对出苗穴率存在显著的互作效应。播期为 A1、播种深度为 B1 时,C1 处理较 C2 和 C3 处理分别高 7.4%和 8.8%,各处理间差异不显著;播期为 A1、播种深度为 B2 时,C2 处理较 C3 和 C1 处理的分别高 32.2%和 122.9%,各处理间差异显著;播期为 A2 时,在同一播种深度水平下,出苗率穴均为 C2 处理的最高,A2B1C2 处理的出苗率和出苗穴率均最高,其值分别为 88%和 95%。综合考虑 3 个试验因素对棉花出苗率的影响,在 6 月初、播种深度为 2 cm、混合土覆种栽培方式下 JX0010 的出苗率最高。

表 1 不同处理棉花的出苗率和出苗穴率

| Table 1 Seedling emergence rate and seedling hole rate of cotton in different treatments % | | |
|--|-------|-------|
| 处理 | 出苗率 | 出苗穴率 |
| A1B1C1 | 75abc | 87abc |
| A1B1C2 | 77ab | 81abc |
| A1B1C3 | 68abc | 80abc |
| A1B2C1 | 30e | 35e |
| A1B2C2 | 58cd | 78abc |
| A1B2C3 | 47d | 59d |
| A2B1C1 | 74abc | 86abc |
| A2B1C2 | 88a | 95a |
| A2B1C3 | 86ab | 93ab |
| A2B2C1 | 67bc | 73cd |
| A2B2C2 | 80ab | 84abc |
| A2B2C3 | 67bc | 75bc |

同列数据不同字母表示在 0.05 水平差异显著。

表 2 不同处理棉花出苗率方差分析结果

| Table 2 The results of variance analysis of cotton seedling emergence rate under different treatments | | |
|---|-----------|-----------|
| 变异来源 | P 值 | |
| | 出苗率 | 出苗穴率 |
| 播期 | 0.010 0* | 0.010 2* |
| 播种深度 | 0.000 2** | 0.000 3** |
| 覆盖物 | 0.023 9* | 0.009 6** |
| 播期×播种深度 | 0.003 1** | 0.011 5* |
| 播期×覆盖物 | 0.890 8 | 0.371 0 |
| 播种深度×覆盖物 | 0.330 3 | 0.018 8* |
| 播期×播种深度×覆盖物 | 0.147 4 | 0.021 5* |

**、*、*分别表示差异达显著或极显著水平。

2.2 不同处理对产量性状的影响

由表 3 和表 4 可知,播期对单株铃数有显著影响,A1 的单株铃数比 A2 的多 11.6%。播期和覆盖物对籽指有显著的交互效应,播期为 A1 时,C3 处理的籽指分别比 C1、C2 处理的高 15.1%、21.0%;播期为 A2 时,C2 处理的籽指比 C1 处理的高 15.8%。播种深度和覆盖物对籽指也有显著交互作用,播种深度为 B1 时,C2 和 C3 处理的籽指比 C1 处理的分别高 21.1%、15.8%;播种深度为 B2 时,C3 处理的籽指比 C2 处理的高 16.7%。各处理单株铃数为 26.67~36.87,差异不显著,其中 A2B1C2 的单株铃数最多。单铃质量为 4.10~4.59 g,各处理差异不显著,其中 A2B1C2 的单铃质量最大。籽指为 6.67~10.00 g,各处理差异不显著,其中 A2B1C2 和 A1B1C3 处理的籽指最大。衣分为 0.38%~0.42%,其中 A1B1C1 和 A1B1C2 处理的衣分较高,与 A2B2C1、A2B1C2 间差异显著;A2B1C2 处理的衣分最低,与 A1B1C3、A1B2C3、A1B2C2、A2B1C3、A2B2C2 间差异显著。籽棉产量为 204.27~313.39 kg/(667 m²),各处理之间差异不显著,其中 A2B1C2 的籽棉产量最高。皮棉产量为 84.10~121.33 kg/(667 m²),各处理间差异不显著,其中 A2B1C2 的皮棉产量最高。综合分析,6 月初播种、播种深度为 2 cm、采用混合土覆种栽培,品种 JX0010 产量表现较好。

表 3 不同处理供试棉花的产量性状及产量

Table 3 Yield traits and yield of tested cotton in different treatments

| 处理 | 单株铃数/个 | 单铃质量/g | 籽指/g | 衣分/% | 籽棉产量/ (kg·(667 m ²) ⁻¹) | 皮棉产量/ (kg·(667 m ²) ⁻¹) |
|--------|--------|--------|-------|---------|--|--|
| A1B1C1 | 34.27 | 4.34 | 8.33 | 0.42a | 278.08 | 117.40 |
| A1B1C2 | 34.87 | 4.38 | 9.17 | 0.42a | 285.21 | 119.43 |
| A1B1C3 | 30.40 | 4.24 | 10.00 | 0.41ab | 240.87 | 99.83 |
| A1B2C1 | 32.20 | 4.11 | 8.33 | 0.40abc | 246.94 | 99.60 |
| A1B2C2 | 36.07 | 4.21 | 6.67 | 0.41ab | 284.02 | 116.10 |
| A1B2C3 | 36.20 | 4.28 | 9.17 | 0.41ab | 289.70 | 119.80 |
| A2B1C1 | 31.07 | 4.14 | 7.50 | 0.40abc | 242.50 | 96.33 |
| A2B1C2 | 36.87 | 4.59 | 10.00 | 0.38c | 313.39 | 121.33 |
| A2B1C3 | 31.20 | 4.25 | 8.33 | 0.41ab | 247.59 | 102.23 |
| A2B2C1 | 27.73 | 4.26 | 8.33 | 0.39bc | 220.63 | 87.60 |
| A2B2C2 | 26.67 | 4.10 | 8.33 | 0.41ab | 204.27 | 84.10 |
| A2B2C3 | 29.20 | 4.47 | 8.33 | 0.40abc | 244.63 | 98.63 |

同列数据不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

表 4 不同处理棉花产量性状方差分析结果

Table 4 The results of variance analysis of cotton yield traits in different treatments

| 变异来源 | P 值 | | | | | |
|-------------|----------------------|---------|----------------------|---------|---------|---------|
| | 单株铃数 | 单铃质量 | 籽指 | 衣分 | 籽棉产量 | 皮棉产量 |
| 播期 | 0.026 5 [*] | 0.632 6 | 0.892 8 | 0.069 5 | 0.061 8 | 0.056 5 |
| 播种深度 | 0.477 4 | 0.466 9 | 0.206 2 | 0.491 8 | 0.415 2 | 0.405 0 |
| 覆盖物 | 0.676 1 | 0.331 4 | 0.122 6 | 0.379 0 | 0.561 9 | 0.601 7 |
| 播期×播种深度 | 0.205 1 | 0.772 8 | 0.416 9 | 0.057 2 | 0.309 4 | 0.425 0 |
| 播期×覆盖物 | 0.989 8 | 0.760 6 | 0.014 3 [*] | 0.475 5 | 0.967 4 | 0.928 5 |
| 播种深度×覆盖物 | 0.496 6 | 0.072 1 | 0.014 3 [*] | 0.090 6 | 0.255 7 | 0.341 0 |
| 播期×播种深度×覆盖物 | 0.649 8 | 0.154 5 | 0.999 9 | 0.052 7 | 0.458 7 | 0.531 2 |

“*”示差异达显著水平。

2.3 不同处理对皮棉纤维品质的影响

由表 5 和表 6 可知,播期对棉花伸长率影响显著,随着播期的推迟,伸长率显著提高,其中

A2B1C2 处理的伸长率最高,为 7.03%。播种深度对棉花整齐度指数和纺纱均匀性指数影响显著,B2 处理的整齐度指数较高,比 B1 处理的高 0.8%;B2

表 5 不同处理供试棉花的纤维品质性状

Table 5 Fiber quality traits of tested cotton in different treatments

| 处理 | 上半部平均长度/mm | 整齐度指数/% | 断裂比强度/(cN·tex ⁻¹) | 马克隆值 | 伸长率/% | 纺纱均匀性指数 |
|--------|------------|----------|-------------------------------|---------|--------|------------|
| A1B1C1 | 27.53 | 82.90bc | 29.70b | 5.17a | 6.27b | 127.67d |
| A1B1C2 | 27.70 | 83.17abc | 30.17ab | 5.00ab | 6.27b | 132.00bcd |
| A1B1C3 | 27.63 | 83.30abc | 31.27ab | 5.07a | 6.27b | 135.67abcd |
| A1B2C1 | 27.47 | 82.87c | 30.60ab | 4.97abc | 6.30ab | 131.67cd |
| A1B2C2 | 28.27 | 83.93abc | 31.93a | 4.80abc | 6.33ab | 144.00ab |
| A1B2C3 | 27.70 | 83.63abc | 30.10ab | 4.80abc | 6.67ab | 136.00abcd |
| A2B1C1 | 27.53 | 83.03abc | 31.30ab | 4.73abc | 6.97ab | 136.67abcd |
| A2B1C2 | 27.97 | 83.33abc | 31.53ab | 4.50c | 7.03a | 142.67abc |
| A2B1C3 | 27.07 | 83.23abc | 30.70ab | 5.07a | 6.97ab | 132.00bcd |
| A2B2C1 | 28.00 | 84.03abc | 31.57ab | 4.57bc | 6.90ab | 145.00a |
| A2B2C2 | 28.23 | 84.27a | 31.93a | 4.77abc | 6.73ab | 146.00a |
| A2B2C3 | 27.80 | 84.13ab | 31.50ab | 5.03ab | 6.93ab | 140.67abc |

同列数据不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。

表 6 不同处理棉花纤维品质的方差分析结果

| 变异来源 | P 值 | | | | | |
|-------------|---------|----------------------|---------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 上半部平均长度 | 整齐度指数 | 断裂比强度 | 马克隆值 | 伸长率 | 纺纱均匀性指数 |
| 播期 | 0.879 8 | 0.074 0 | 0.091 0 | 0.109 6 | 0.033 4 [*] | 0.051 5 |
| 播种深度 | 0.205 8 | 0.040 4 [*] | 0.174 9 | 0.356 7 | 0.932 1 | 0.010 8 [*] |
| 覆盖物 | 0.050 4 | 0.278 7 | 0.401 1 | 0.042 3 [*] | 0.454 4 | 0.130 5 |
| 播期×播种深度 | 0.540 7 | 0.247 2 | 0.986 1 | 0.272 2 | 0.460 3 | 0.648 8 |
| 播期×覆盖物 | 0.441 5 | 0.721 2 | 0.638 6 | 0.013 3 [*] | 0.699 0 | 0.230 1 |
| 播种深度×覆盖物 | 0.828 7 | 0.822 7 | 0.406 4 | 0.379 0 | 0.322 8 | 0.868 8 |
| 播期×播种深度×覆盖物 | 0.427 3 | 0.766 9 | 0.197 8 | 0.429 6 | 0.673 7 | 0.351 6 |

“*”表示在 0.05 水平差异显著。

处理的纺纱均匀性指数也较高，比 B1 处理的高 4.5%。各处理的棉花纤维马克隆值为 4.50~5.17，其中 A2B1C2 处理的最低，为 4.50。覆盖物对马克隆值有显著影响，C3 处理的马克隆值较高。播期与覆盖物的交互作用对马克隆值也有显著影响，播期为 A2 时，C3 处理的马克隆值比 C1、C2 处理的分别高 0.8、0.83。综合 3 个因素对棉花纤维品质的影响进行分析，6 月初播种、播种深度为 2 cm、采用混合土覆种栽培，JX0010 的纤维品质表现较好。

3 结论与讨论

基质是蔬菜集约化育苗体系中的重要组成部分，可对植物起到固定、支撑作用，也可为种子萌发、幼苗生长提供所需的水分和矿质养分。由于基质颜色偏黑，蓄热能力强，种子萌发时的温度也较传统育苗的高。同期播种，基质育苗一般较土壤育苗的出苗速度快^[8]。适宜的播种深度能够使种子与土壤充分接触，促进种子充分吸收土壤中的水分与养料，利于幼苗的生长。如果播种深度不够，田间表层土壤很容易失水干旱，不能达到种子发芽的理想条件。棉花适期播种能协调营养生长与生殖生长的关系，利于一播全苗、壮苗。本研究中，覆盖物对出苗率和出苗穴率都有影响，采用混合土覆种，其值较高。可能是因为棉花播种时气温较高，而基质的蓄热能力强，在地膜覆盖的基础上，采用基质覆种会使种子所处温度超过种子萌发的最适温度，使种子萌发率降低。混合土因透气性好，蓄热能力较强，种子出苗情况较好。播种深度对出苗率有显著影响，随着播种深度的增加，出苗率显著降低。主要原因可能是棉花播种后，因降水量过大导致田间积水，从而使出苗率随播种深度的增加而降低。播

期对出苗率有显著影响，随着播期的推迟，出苗率显著增加。可能是因为田间温度随着播期的推迟而升高，棉花是喜温植物，在适宜的温度范围内，温度升高，有利于棉花生长发育，从而提高其出苗率。所以在 6 月初播种、播种深度为 2 cm 时，采用混合土覆种的栽培方式有利于实现棉花一播全苗。

BANGE 等^[9]研究发现，晚播会使短绒率提高，衣分下降，冠层的叶面积指数增大。杨长琴等^[10]研究发现，5 月 15 日至 6 月 4 日是长江流域棉区麦(油)后直播棉获得高产的适宜播期，该播期内，适当推迟播种有利于棉花优质纤维的形成。陈功等^[11]研究发现，相对低温条件下，晚播的棉花铃期更长，铃质量、单铃种子质量、籽指和纤维上半部平均长度增加，衣分和马克隆值降低。本研究中，播期对单株铃数和棉花纤维的伸长率均有显著影响，随着播期的推迟，单株铃数降低，伸长率提高。其原因可能是 6 月初播种，在棉铃形成、发育的花铃期和吐絮期遭受高温、干旱所致。播种深度对棉花整齐度指数和纺纱均匀性指数有显著影响，随着播种深度的增加，整齐度指数和纺纱均匀性指数均增加。究其原因，可能是棉花生育后期面临高温干旱的环境，适当深播可以降低水分损失，保证棉花的正常生育需求。本研究中，6 月初播种、播种深度为 2 cm、采用混合土覆种的栽培方式，直播棉的单株铃数、单铃质量、籽指、籽棉产量、皮棉产量表现均较优，有利于棉花高产优质的实现。

参考文献：

[1] 李熠，张志刚，周仲华．施氮深度对油后直播棉花产量及品质的影响[J]．湖南农业大学学报(自然科学版)，2020，46(1)：7-13．

- LI Y, ZHANG Z G, ZHOU Z H. Effect of nitrogen application depth on the yield and quality of direct seeding cotton after the rape harvest[J]. Journal of Hunan Agricultural University (Natural Sciences), 2020, 46(1): 7–13.
- [2] 王香茹. 黄河流域棉区适于机械采收的棉花播期和密度研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2016.
- WANG X R. The managing of planting date and plant density for mechanical harvesting of cotton in the Yellow River valley of China[D]. Beijing: China Agricultural University, 2016.
- [3] 杨林, 卢安喜, 刘生华. 江汉平原植棉区直播棉花做到一播全苗的两个关键技术[J]. 棉花科学, 2019, 41(3): 39–41.
- YANG L, LU A X, LIU S H. Two key technologies for one sowing full seedling in cotton planting area of Jiangnan Plain [J]. Cotton Sciences, 2019, 41(3): 39–41.
- [4] 周莉, 胡瑞卿, 李伟, 等. 湖南省夏季极端降水异常时空特征及其成因分析[J]. 气象科学, 2018, 38(6): 838–848.
- ZHOU L, HU R Q, LI W, et al. Characteristics of summer extreme precipitation anomaly and the cause of concurrent anomaly pattern in Hunan Province[J]. Journal of the Meteorological Sciences, 2018, 38(6): 838–848.
- [5] 张教海, 别墅, 王孝刚, 等. 不同土壤湿度对棉花苗期生长及生理机制的影响[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(22): 5761–5763.
- ZHANG J H, BIE S, WANG X G, et al. Influence of different soil moisture on growth and physiology of cotton seedling[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2016, 55(22): 5761–5763.
- [6] 毛树春, 韩迎春, 王国平, 等. 棉花工厂化育苗和机械化移栽技术研究进展[J]. 中国棉花, 2007, 34(1): 6–7.
- MAO S C, HAN Y C, WANG G P, et al. Research progress on industrialized seedling raising and mechanized transplanting technology of cotton[J]. China Cotton, 2007, 34(1): 6–7.
- [7] 程舒, 王艺凝, 傅民杰, 等. 木耳菌渣稻苗基质化利用难点及解决技术[J]. 中国农业大学学报, 2020, 25(8): 154–162.
- CHENG S, WANG Y N, FU M J, et al. Difficulties and solutions of substrate utilization of *Auricularia* fungus resided wastes for rice seedling cultivation[J]. Journal of China Agricultural University, 2020, 25(8): 154–162.
- [8] 张志民. 水稻育苗基质的应用及特点概述[J]. 新农业, 2017(8): 37–38.
- ZHANG Z M. Application and characteristics of rice seedling substrate[J]. Modern Agriculture, 2017(8): 37–38.
- [9] BANGE M P, CATON S J, MILROY S P. Managing yields of high fruit retention in transgenic cotton (*Gossypium hirsutum* L.) using sowing date[J]. Australian Journal of Agricultural Research, 2008, 59(8): 733–741.
- [10] 杨长琴, 张国伟, 刘瑞显, 等. 播期对麦(油)后直播棉产量、品质及氮磷钾利用的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(1): 42–49.
- YANG C Q, ZHANG G W, LIU R X, et al. Effects of sowing dates on lint yield, fiber quality, and use of nitrogen, phosphorus and potassium in cotton field-seeded after barley or oilseed rape harvest in Yangtze River Valley, China[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2020, 28(1): 42–49.
- [11] 陈功, 彭金剑, 罗海华, 等. 播期对棉铃对位叶蔗糖代谢及棉铃产量性状、纤维品质的影响[J]. 棉花学报, 2020, 32(2): 102–112.
- CHEN G, PENG J J, LUO H H, et al. Effects of sowing date on sucrose metabolism, yield traits and fiber quality of cotton boll [J]. Cotton Science, 2020, 32(2): 102–112.

责任编辑: 毛友纯

英文编辑: 柳 正