

代建龙,姚富友,高蓓蓓,等. 黄河流域丘陵旱地短季棉—油菜两熟轻简高效栽培技术体系研究[J]. 山西农业科学, 2026, 54(1):24-28.

DAI J L, YAO F Y, GAO B B, et al. Study on simplified cultivation technology system for double cropping of short-season cotton and rapeseed in hill drylands of the Yellow River basin[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2026, 54(1):24-28.

doi:10.26942/j.cnki.issn.1002-2481.2026.01.03

黄河流域丘陵旱地短季棉—油菜两熟轻简 高效栽培技术体系研究

代建龙¹,姚富友²,高蓓蓓³,崔正鹏¹,魏学文⁴,聂军军¹,张晓洁¹,徐勤青⁴,
张艳军¹,张冬梅¹,战丽杰¹,秦都林⁴,张选^{1,5},董合忠¹

(1.山东省农业科学院/山东省大田作物生理生态与高效生产重点实验室,山东 济南 250100;2.东平县农业农村局,山东 东平 271500;3.滨州市农业技术推广中心,山东 滨州 256600;4.山东省农业技术推广中心,山东 济南 250000;5.新疆生产建设兵团第三师农业科学研究所,新疆 图木舒克 843900)

摘要:针对黄河流域丘陵旱地水资源匮乏、土壤瘠薄、耕作层浅、传统一熟种植效益低等生产制约问题,以春棉品种K836、短季棉品种鲁棉532和油菜品种秦优2号为试验材料,于2023—2024年在山东省东平县典型丘陵旱地进行了传统一熟春棉种植和短季棉与油菜两熟种植试验与示范,系统比较分析了这2种植植模式在产量表现及综合效益方面的差异,旨在为充分挖掘黄河流域旱薄地植棉潜力、优化区域种植结构提供技术支撑与实践范例。结果表明,两熟种植模式下,受生育期缩短等因素的影响,短季棉产量较春棉降低10.8%,但由于增收一季油菜,综合纯收益增加了60.0%,有效弥补了短季棉单产略低的短板,显著提升了旱薄地的产出效益。大面积示范结果表明,短季棉与油菜两熟轻简高效种植较传统春棉一年一熟种植肥料和农药减施10%~15%,每公顷纯收益增加了9000元。基于此,研究集成建立了以“品种优选、精量播种免间苗定苗、简化施肥、棉花密植化控免整枝、脱叶催熟集中收获”为核心的短季棉与油菜两熟轻简高效栽培技术体系。

关键词:丘陵旱地;短季棉;油菜;一年两熟;轻简高效栽培

中图分类号:S562 文献标识码:A 文章编号:1002-2481(2026)01-0024-05

Study on Simplified Cultivation Technology System for Double Cropping of Short-Season Cotton and Rapeseed in Hill Drylands of the Yellow River Basin

DAI Jianlong¹, YAO Fuyou², GAO Beibei³, CUI Zhengpeng¹, WEI Xuwen⁴, NIE Junjun¹,
ZHANG Xiaojie¹, XU Qinqing⁴, ZHANG Yanjun¹, ZHANG Dongmei¹,
ZHAN Lijie¹, QIN Dulin⁴, ZHANG Xuan^{1,5}, DONG Hezhong¹

(1. Shandong Key Laboratory of Crop Physioecology and Efficient Production/Shandong Academy of Agricultural Sciences, Ji'nan 250100, China; 2. Dongping County Bureau of Agricultural and Rural Affairs, Dongping 271500, China; 3. Binzhou Agricultural Technology Promotion Center, Binzhou 256600, China; 4. Shandong Agricultural Technology Promotion Center, Ji'nan 250000, China; 5. Agriculture Science Institute of the Third Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Tumushuke 843900, China)

Abstract: In order to provide technical support and practical examples for full exploration of the potential of cotton planted in arid and barren areas of the Yellow River basin and optimization of regional planting structure, aiming at the production

收稿日期:2025-11-14

基金项目:国家重点研发计划(2024YFD23006);国家现代农业产业技术体系(CARS-15-15);山东省棉花产业技术体系(SDARS-03-01)

作者简介:代建龙,研究员,博士,主要从事棉花轻简高效栽培研究,E-mail:daijianlong0805@126.com

通信作者:张选,助理研究员,硕士,主要从事棉花高效栽培研究,E-mail:nkszx152@126.com

董合忠,研究员,博士,主要从事棉花轻简抗逆栽培研究,E-mail:donghezhong@163.com

constraints in hill drylands of the Yellow River basin, such as water shortage, soil impoverishment, shallow plough layer, and low economic benefits of the traditional single cropping system, in this study, field experiments and demonstration trials of a traditional single cropping of spring cotton planting and a double cropping system with short-season cotton and rapeseed were conducted in Dongping county, Shandong province from 2023 to 2024, using a full-season cotton variety K836, a short-season cotton variety Lumian 532, and a rapeseed variety Qinyou 2 as trial materials. A systematic comparison and analysis were carried out to clarify the differences and advantages between the cotton-rapeseed double cropping system and the traditional full-season cotton monocropping system in terms of yield performance and comprehensive benefits. The results indicated that the seedcotton yield of short-season cotton under the double cropping system decreased by 10.8% compared with full-season cotton, attributing to the shortened growth period and other contributing factors. But the additional harvest of one rapeseed crop boosted the comprehensive net profit by 60.0%, effectively compensating for the slight yield reduction of short-season cotton and significantly improving the output efficiency of dry and barren lands. The results from large-scale demonstrations indicated that the fertilizer and pesticide application under the simplified and efficient cultivation system for short-season cotton and rapeseed double cropping was reduced by 10%-15%, and the net profit was increased by 9,000 yuan per hectare. Based on these findings, a simplified and efficient cultivation technology system for cotton and rapeseed double cropping was integrated and established, with core techniques including "optimal variety selection, precise seeding without thinning, simplified fertilization, no-pruning with close planting and chemical regulation, and defoliation-ripening for centralized harvesting".

Keywords: hilly dryland; short-season cotton; rapeseed; double cropping system; simplified-efficient cultivation

我国是棉花生产和消费大国,不同棉区因气候、地形、耕地资源等条件差异,形成了各具特色的种植模式。西北内陆棉区以新疆为主,光热资源充沛,耕地多为平原绿洲。该区域棉花种植以单季中晚熟棉为主,规模化、机械化程度高,但受水资源约束明显,且轮作体系单一,长期连作易导致土壤质量下降^[1]。长江流域棉区水热条件优越,耕地多为平原圩田或丘陵缓坡地。该区域棉花种植以棉油两熟模式为主,但棉花多为中熟品种,生育期较长,易与后茬油菜的农时产生冲突,且劳动力成本高,轻简化栽培技术应用不足,制约了生产效益的进一步提升^[2]。黄河流域棉区涵盖河南、山东、河北、山西等省份,耕地以丘陵旱地为主,光热资源总量虽不及西北内陆棉区,但季节分配与短季作物生长周期高度契合,且人均耕地资源相对丰富,具备发展多熟种植的基础条件^[3]。

山东省丘陵旱地分布广泛,区域内光热资源充沛,具备发展农业种植的基础优势,但水资源短缺问题突出,且普遍存在土层浅薄、保水保肥能力弱、土壤肥力偏低等问题,导致小麦等需水需肥量较大的粮食作物难以实现高产。因此,该区域主要种植棉花、谷子等耐旱性强的作物^[3]。目前,该地区棉花种植多采用一年一熟地膜覆盖模式,生产过程人工依赖性强,劳动力与物化投入成本较高,整体经济效益偏低。同时,冬季土地长期闲置,造成土地资源浪费,严重制约了区域农业的可持续发展与农民收入的提升^[4]。探索适配旱薄地生态条

件的高效种植技术与模式,对破解生产瓶颈、盘活土地资源、促进农业增效与农民增收具有重要现实意义。

短季棉具有耐旱、耐贫瘠的生物学特性,生育期短,结铃吐絮集中,适合密植简化栽培^[5-7]。油菜具有较强的耐瘠薄能力,既可收获油菜籽用于经济收益,亦可作为绿肥还田以提升土壤肥力;其生育期弹性大,常与其他作物接茬种植,构建一年两熟的种植模式^[8]。目前,油菜收获后机械直播短季棉的棉油两熟种植技术已在长江流域大面积推广应用,但在黄河流域棉区,特别是丘陵旱地尚少见短季棉与油菜一年两熟种植的研究与示范。

本研究于2023—2024年在山东省东平县开展了短季棉与油菜一年两熟种植试验与示范,以期挖掘旱薄地植棉潜力和推动全省旱薄地农业的可持续健康发展提供技术支撑。

1 短季棉与油菜两熟种植试验

1.1 材料和方法

1.1.1 试验地概况 试验于2023年在山东省东平县旧县乡(116°26'E,36°11'N)开展。该地属温带季风气候,年平均气温13.4℃,无霜期210d,年均降水量650mm;土壤为潮褐土,有机质含量为1.23%。

1.1.2 试验材料 供试春棉品种K836和短季棉品种鲁棉532均由山东省农业科学院经济作物研究所(原山东棉花研究中心)选育。油菜品种秦优2号由陕西省杂交油菜研究中心选育。

1.1.3 试验设计 设置春棉一年一熟覆膜种植、短季棉与油菜一年两熟种植 2 个处理,每个处理重复 3 次,采用随机区组设计,每小区面积为 60.8 m²。一熟春棉于 4 月 21 日播种,采用 76 cm 等行距地膜覆盖种植,种植密度为 5.25 万株/hm²。短季棉与油菜两熟种植模式,于 5 月 21 日机械直播短季棉,采用 66 cm 等行距种植,种植密度为 9.0 万株/hm²。待短季棉收获后,油菜于 10 月 16 日采用机械条播,种植密度为 60 万株/hm²。其他田间管理措施参照当地大田管理。

1.1.4 测定项目及方法 按每小区实收籽棉产量和油菜产量计产,其中,棉花吐絮后分 2 次采摘,装袋、晾干,测定籽棉产量;油菜籽收获后晾干,测定油菜籽产量;并记录棉田所有物化(包括肥料、农

药、地膜等)和人工投入,根据当年市场价格,计算棉田投入、产出和收益情况。

1.1.5 数据处理 采用 Excel 2020 进行数据分析和差异显著性检验。

1.2 结果与分析

2 种植模式下的棉花产量存在差异(表 1)。与传统一熟春棉相比,两熟种植模式下的短季棉减产 10.8%,但该模式下增收一季油菜。按照 2024 年市场价格核算,棉油两熟全年总收益达 34 725 元/hm²。虽然,短季棉与油菜两熟种植下的物化成本和人工投入较一熟种植分别增加 15.0% 和 12.0%,但纯收益较一熟春棉种植增加了 60.0%,表明短季棉与油菜两熟种植模式经济效益突出。

表 1 不同种植模式下的作物产量和综合效益

Tab.1 Crop yield and comprehensive benefits under different planting patterns

种植模式 Planting system	籽棉产量/ (kg/hm ²) Seedcotton yield	油菜籽产量/ (kg/hm ²) Rapeseed yield	投入/(元/hm ²) Input			总产值/ (元/hm ²) Total out- put	纯收益/ (元/hm ²) Net in- come
			物化 Materialized input	人工 Labor in- put	合计 Total in- put		
一熟春棉 Single-cropping of full-season cotton	3 465a		7 890b	10 350b	18 240b	27 027b	8 787b
棉油两熟 Double cropping of short-season cot- ton and rapeseed	3 090b	1 897	9 075a	11 595a	20 670a	34 725a	14 055a

注:产值计算中籽棉价格为 7.8 元/kg,油菜籽的价格为 5.6 元/kg,物化投入(包括化肥、种子、农药、地膜等)和人工投入均按照当年的市场价格进行计算。同列不同小写字母表示不同种植模式间差异显著($P < 0.05$)。

Note: The price of seedcotton and rapeseed was 7.8 and 5.6 yuan per kilogram, respectively. Material input(including fertilizer, seed, pesticide, and plastic film) and labor input were calculated according to the market prices in 2024. Different letters within a column indicated significant differences between the different planting patterns($P < 0.05$).

综上,短季棉与油菜两熟种植具有显著的经济和生态效益。在经济效益方面,该模式利用冬闲季节增收了一季油菜,增加了单位土地面积产出,并因短季棉生育期短减少了肥料、农药、地膜等物化产品和人工管理投入,植棉成本明显降低。在生态效益方面,该模式通过发挥 2 种作物的养分需求特性与根系生长特征互补性,可改善土壤结构,增强地块蓄水保肥能力,提升土壤生物群落多样性,肥料和农药用量减少还可有效降低农业面源污染风险。该技术模式兼具突出的经济与生态双重价值,具备在黄河流域适宜区域规模化应用推广的技术可行性与广阔前景。

2 短季棉—油菜两熟轻简高效栽培技术集成

2.1 播前耕地整理与种子处理

2.1.1 耕地整理 油菜收获后及时灭茬,采用旋

耕机旋耕 2 遍,耕深 15~20 cm,确保地表平整、无明显大土块;结合旋耕作业同步实施秸秆还田和基肥施用,旋耕后用耙耢机整平地面,达到“上虚下实”的播种条件。若底墒不足,宜灌造墒水,确保土壤含水量达到田间持水量的 60%~70%。

2.1.2 种子处理 油菜种子播前晒种 1~2 d,用 25% 多菌灵可湿性粉剂按种子质量的 0.3% 拌种,防治霜霉病;短季棉种子采用包衣种(含吡虫啉+福美双),播前晒种 1 d,提高发芽率。

2.2 品种优化配置原则

棉花选用早熟性好、结铃吐絮集中、纤维品质优良、抗逆性强,对缩节胺和脱叶催熟剂敏感的短季棉品种,如鲁棉 532^[9-11]、鲁棉 551^[8]等。油菜选用耐瘠薄、抗倒伏、早熟、高产、含油量高的油菜品种,如秦优 2 号、华油杂 62 号^[12]等。

2.3 抢时机械精量播种策略

4 月中下旬至 5 月中旬,采用精量播种机直播

(不覆膜)短季棉,66~76 cm等行距种植,用种量为30~37.5 kg/hm²,种植密度为7.5万~9.0万株/hm²。播种后每公顷用有效成分33%的二甲戊灵乳油2.25~3.00 L,按比例稀释后均匀喷洒地面。

10月中下旬,待棉花收获后,采用撒播或条播方式播种油菜。撒播时,将种子均匀撒在畦面上,并用耙子浅耙覆土,播种深度为1~2 cm,播种量3~4.5 kg/hm²。条播时,行距30~40 cm,播种深度为1~2 cm,播后镇压保墒,确保一播全苗。

2.4 轻简田间管理措施

2.4.1 播种出苗期管理 棉花播后3~5 d检查出苗情况,若遇缺苗断垄,及时补苗(采用营养钵育苗补苗,苗龄15~20 d)。油菜播后若遇降雨,及时破除板结。棉花和油菜出苗后均不间苗、不定苗;苗期若遇蚜虫危害,可采用黄板诱集结合生物农药(苦参碱)的绿色防控技术,或喷施10%吡虫啉可湿性粉剂2 000倍液进行化学防治^[12-13]。

2.4.2 简化施肥 棉花和油菜均可采用“一基一追”的简化施肥方式。短季棉播种时施基肥(氮100 kg/hm²、P₂O₅ 75 kg/hm²、K₂O 75 kg/hm²),盛蕾期追施速效氮80 kg/hm²。此外也可采用种肥同播一次性施用控释氮(释放期为90 d)180 kg/hm²、P₂O₅ 75 kg/hm²、K₂O 75 kg/hm²^[14-15]。

油菜可采用种肥同播一次施用专用缓释复合肥(养分配比N:P₂O₅:K₂O为25:7:8,有效硼含量≥0.15%)375~450 kg/hm²。

2.4.3 棉花密植化控免整枝 按照“前轻后重、少量多次”的化控原则,短季棉全生育期化控3次。第1次于现蕾前后喷施甲哌鎓7.5~15.0 g/hm²,第2次于棉株出现7~8个果枝时喷施45.0~60.0 g/hm²,7 d后再次喷施75.0~90.0 g/hm²。棉花免去叶枝,结合化控实现自然封顶,株高控制在70~90 cm^[16-18]。

2.5 脱叶催熟与集中收获技术

棉花吐絮率达50%以上时,喷施脱叶催熟剂。待棉株脱叶率大于95%且吐絮率大于90%时,进行人工集中采摘,14 d后再采摘一次即可;有条件的地方可采用机械一次性采摘^[19-20]。

3 示范效应与区域推广展望

2024年,在东平县丘陵旱地进行了短季棉与油菜一年两熟轻简绿色高效种植示范,总面积达8.0 hm²。对该示范田种植的棉花和油菜进行测产

后发现,与黄河流域传统春棉一年一熟种植相比,短季棉与油菜一年两熟轻简高效种植,平均籽棉产量为4 200 kg/hm²,油菜籽产量为2 100 kg/hm²,短季棉籽棉产量较春棉约减产10%,但通过增收一季油菜籽,加之短季棉生育期短,肥料、农药施用量及作业次数减少,纯收益平均增加9 000元/hm²。同时,该技术通过油菜冬季植被覆盖,大幅减少了冬春季节的土壤风蚀与水土流失,结合油菜秸秆还田还可增加土壤有机质含量并改善土壤结构。同时棉油轮作可打破土传病害循环,有效缓解棉花连作障碍,进而使肥料和农药施用量平均减少10%~15%,在改善农田生态质量的同时,实现了经济收益提升与生态保护修复的双赢格局。该技术模式除在黄河流域丘陵旱地推广应用外,相似生态型跨界区域(如黄淮平原北部、华北旱地棉区等)也可参考应用。

综上,通过优化种植制度与模式,配套轻简化田间管理,推广短季棉与油菜一年两熟轻简高效栽培技术,是充分挖掘旱薄地棉花生产潜力、破解区域农业发展瓶颈、推动农业可持续健康发展的重要路径。为进一步提升该模式的适配性与推广价值,后续需重点聚焦以下3个方面研究。其一,强化品种选育与改良,重点培育早熟、高产优质、抗逆性(耐干旱、耐盐碱)突出的短季棉品种,以及高产稳产、越冬性强的油菜品种,尤其需加快耐除草剂棉花与油菜品种(系)的选育进程,为轻简栽培技术的落地提供品种支撑;其二是针对丘陵旱地地块零散、机械化作业难度大的现实难题,加大小型专用农机具的研发与改造力度,同时融合物联网、大数据及绿色防控等技术手段,构建“农机+农技+智慧管控”的一体化技术体系,实现高质高效生产与生态友好的协同发展;其三,在光热资源充足的区域,进一步探索短季棉、油菜与其他适配作物的一年三熟或多样化复合种植模式,最大化提升土地利用率和综合产出率。在此基础上,需结合黄河流域不同区域的生态条件与生产实际,因地制宜优化集成轻简生态高效种植制度与模式,依托新型农业经营主体建立标准化技术示范区,通过典型引领、辐射带动,加速先进技术的规模化推广应用。

参考文献:

- [1] 张若薇,陈玉兰,赵达君.新疆棉花产业发展现状与建议[J].智慧农业导刊,2023,3(6):1-5.
ZHANG R W, CHEN Y L, ZHAO D J. Development status of

- cotton industry in Xinjiang and the suggestions[J]. Journal of Smart Agriculture, 2023, 3(6): 1-5.
- [2] 孙桂琴, 杨芳, 王见华, 等. 长江流域棉花油菜轮作轻简化栽培技术研究[J]. 农业技术与装备, 2023(2): 175-176.
SUN G Q, YANG F, WANG J H, et al. Study on the light and simplified cultivation techniques of cotton and rape rotation in the Yangtze River Basin[J]. Agricultural Technology & Equipment, 2023(2): 175-176.
- [3] 崔正鹏, 代建龙, 李维江, 等. 优化棉作制度, 创新种植模式, 为山东棉业发展插上科技的翅膀[J]. 中国棉花, 2021, 48(2): 13-16.
CUI Z P, DAI J L, LI W J, et al. Optimizing the cotton system and innovating the planting mode, to plug in the wings of science and technology for the development of Shandong cotton industry[J]. China Cotton, 2021, 48(2): 13-16.
- [4] 孙学武, 冯昊, 王才斌. 山东丘陵旱地花生—绿肥一年两作种植模式[J]. 中国农技推广, 2018, 34(8): 45-46.
SUN X W, FENG H, WANG C B. Peanut-green manure double cropping model in hilly dryland of Shandong province[J]. China Agricultural Technology Extension, 2018, 34(8): 45-46.
- [5] 董建军, 代建龙, 李霞, 等. 黄河流域棉花轻简化栽培技术评述[J]. 中国农业科学, 2017, 50(22): 4290-4298.
DONG J J, DAI J L, LI X, et al. Review of light and simplified cotton cultivation technology in the Yellow River valley[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2017, 50(22): 4290-4298.
- [6] 郑曙峰, 刘小玲, 王维, 等. 论两熟制棉花绿色化轻简化机械化栽培[J]. 作物学报, 2022, 48(3): 541-552.
ZHENG S F, LIU X L, WANG W, et al. On the green and light-simplified and mechanized cultivation of cotton in a cotton-based double cropping system[J]. Acta Agronomica Sinica, 2022, 48(3): 541-552.
- [7] 聂军军, 崔正鹏, 徐士振, 等. 短季棉与大球盖菇接茬两熟高效种植技术[J]. 中国棉花, 2024, 51(5): 57-60.
NIE J J, CUI Z P, XU S Z, et al. The cultivation technique for the double cropping of short-season cotton and *Stropharia rugosoannulata* in Shandong Province[J]. China Cotton, 2024, 51(5): 57-60.
- [8] 祁杰, 董合忠. 黄河流域棉区短季棉无膜栽培技术[J]. 中国棉花, 2023, 50(10): 39-41.
QI J, DONG H Z. Film-free cultivation techniques of short-season cotton in the Yellow River valley[J]. China Cotton, 2023, 50(10): 39-41.
- [9] 杨龙, 张学昆, 陈爱武, 等. 油菜品种、越冬调控和病虫害防控对直播油菜产量的影响[J]. 中国农业科学, 2025, 58(21): 4333-4345.
YANG L, ZHANG X K, CHEN A W, et al. Effects of variety, over-winter regulation, and pest and disease control on rapeseed yield[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2025, 58(21): 4333-4345.
- [10] 钟文. 早熟夏棉品种鲁棉 532[J]. 农业知识, 2019(8): 56.
ZHONG W. Lumian 532, an early-maturing summer cotton variety[J]. Agriculture Knowledge, 2019(8): 56.
- [11] 王智华, 苗兴武, 代建龙. 黄河三角洲棉饲两熟模式中早熟棉鲁棉 532 表现及栽培要点[J]. 中国棉花, 2022, 49(4): 43-44.
WANG Z H, MIAO X W, DAI J L. Performance and key cultivation points of a short season cotton variety Lumian 532 in cotton-forage grass double cropping pattern in the Yellow River Delta[J]. China Cotton, 2022, 49(4): 43-44.
- [12] 周英, 魏明锋. 华油杂 62 号高产制种栽培关键技术[J]. 新疆农垦科技, 2017, 40(6): 54-55.
ZHOU Y, WEI M F. Key techniques for high-yield seed production and cultivation of Huayouza 62[J]. Xinjiang Farm Research of Science and Technology, 2017, 40(6): 54-55.
- [13] 冯军, 曾召琼, 杨文英, 等. 油—豆两熟制大豆轻简高效绿色生产关键技术[J]. 大豆科技, 2021(3): 36-37.
FENG J, ZENG Z Q, YANG W Y, et al. Key technologies of light, simple, efficient and green production of oil-soybean double cropping system[J]. Soybean Science & Technology, 2021(3): 36-37.
- [14] 秦都林, 徐勤青, 孙玮琪, 等. 黄河三角洲盐碱地短季棉与不同饲草作物两熟种植效益分析[J]. 中国棉花, 2023, 50(10): 35-38.
QIN D L, XU Q Q, SUN W Q, et al. Cost-benefit analysis of double cropping of short-season cotton and forage grass under saline-alkali soil in the Yellow River Delta[J]. China Cotton, 2023, 50(10): 35-38.
- [15] 张升, 聂军军, 徐士振, 等. 短季棉与小黑麦两熟接茬种植技术及其试验示范[J]. 中国棉花, 2023, 50(3): 44-46.
ZHANG S, NIE J J, XU S Z, et al. Techniques for double cropping of short-season cotton and *Triticale* and its field experimental demonstration[J]. China Cotton, 2023, 50(3): 44-46.
- [16] 迟宝杰, 张艳军, 张冬梅, 等. 鲁西南蒜后直播短季棉全程轻简栽培技术及示范[J]. 中国棉花, 2023, 50(4): 43-45.
CHI B J, ZHANG Y J, ZHANG D M, et al. Simplified and efficient cultivation technique and demonstration in the whole course of directly planted short-season cotton after garlic in south-west Shandong[J]. China Cotton, 2023, 50(4): 43-45.
- [17] 高涵, 魏学文, 秦都林, 等. 鲁北盐碱地短季棉与黑麦草轮作轻简化栽培技术及其示范效果[J]. 中国棉花, 2022, 49(12): 40-41.
GAO H, WEI X W, QIN D L, et al. The simplified green rotation cultivation techniques of cotton and *Secale* spp. and its demonstration effect in saline-alkali land of northern Shandong Province[J]. China Cotton, 2022, 49(12): 40-41.
- [18] 代建龙, 李维江, 张冬梅, 等. 鲁西南花椒间作蒜后短季棉“三元”轻简高效栽培技术[J]. 中国棉花, 2022, 49(1): 42-44.
DAI J L, LI W J, ZHANG D M, et al. Light and efficient cultivation techniques of short-season cotton intercropped with pepper after garlic in Southwest Shandong[J]. China Cotton, 2022, 49(1): 42-44.
- [19] 聂军军, 代建龙, 杜明伟, 等. 我国现代植棉理论与技术的新发展: 棉花集中成熟栽培[J]. 中国农业科学, 2021, 54(20): 4286-4298.
NIE J J, DAI J L, DU M W, et al. New development of modern cotton farming theory and technology in China-concentrated maturation cultivation of cotton[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2021, 54(20): 4286-4298.
- [20] 张艳军, 代建龙, 董合忠. 论棉花多目标协同栽培[J]. 中国农业科学, 2025, 58(10): 1908-1916.
ZHANG Y J, DAI J L, DONG H Z. On multi-objective collaborative cultivation in cotton production[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2025, 58(10): 1908-1916.