

陈 源, 衡 丽, 胡大鹏, 等. 麦茬直播棉适于机采的密度、化控技术[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(6): 1304-1311.
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2015.06.017

麦茬直播棉适于机采的密度、化控技术

陈 源¹, 衡 丽¹, 胡大鹏¹, 张 雷², 花明明¹, 陈德华¹, 张 祥¹

(1.扬州大学江苏省作物遗传生理国家重点实验室培育点, 江苏 扬州 225009; 2.中国农业科学院棉花研究所, 河南 安阳 455000)

摘要: 为构建适合于长江流域机械化采收的麦茬直播棉群体, 以特早熟品种国欣早 11-1 为材料, 于 2011—2012 年进行密度与化控(喷施生长调节剂棉太金)试验, 结果表明: 在 1 hm^2 90 000~105 000 株, 苗期、盛蕾期、盛花期、盛铃期分别使用生长调节剂棉太金 90 ml/hm²、180 ml/hm²、360 ml/hm²、540 ml/hm² 条件下, 籽棉产量高达 3 551.3 kg/hm² 以上。且在 1 hm^2 90 000 株密度下, 苗期使用生长调节剂棉太金 90 ml/hm², 盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm², 盛花期使用棉太金 360 ml/hm², 盛铃期使用棉太金 540 ml/hm², 株高(105.4 cm)、果枝始节位高度(26.1 cm)、果枝长度(17.4 cm)和单株果枝数(10.5 台)等符合机械化采收对棉花株型要求。且在此处理下, 棉株功能叶绿素含量较高, 能实现于 8 月 16 日—9 月 20 日集中成铃。

关键词: 麦茬直播棉; 密度; 化控; 产量; 株型

中图分类号: **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2015)06-1304-08

Density and chemical control technique for direct-seeded cotton after wheat harvested by mechanical plucking

CHEN Yuan¹, HENG Li¹, HU Da-peng¹, ZHANG Lei², HUA Ming-ming¹, CHEN De-hua¹, ZHANG Xiang¹

(1. Jiangsu Key Laboratory of Crop Genetics and Physiology of Jiangsu Province, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Institute of Cotton Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Anyang 455000, China)

Abstract: To develop a direct seeded cotton population after wheat harvested by mechanical plucking in the Yangtze River basin, cultivar Guoxinza11-1 was studied for optimum planting density and growth regulator (Miantaijin) application scheme in 2011—2012 cotton seasons. The results showed that the seed cotton yield was more than 3 551.3 kg/hm² when planting density was 90 000—105 000 plants per hectare and Miantaijin rates were 90 ml/hm², 180 ml/hm², 360 ml/hm², 540 ml/hm² at seedling stage, bud peaking stage, full-blossom stage and boll peaking stage, respectively. Under the planting density of 90 000 plants per hectare, Miantaijin applied at 90 ml/hm² at seedling stage, 180 ml/hm² at bud peaking stage,

360 ml/hm² at full-blossom stage, and 540 ml/hm² at boll peaking stage drove the plant height, the height of first fruiting branch, the length of fruiting branch and the number of fruiting branch per plant fit the plant shape required by mechanical plucking. Besides, the chlorophyll contents was high, and cotton fruiting could be achieved in a short period of time from Aug. 16 to Sep. 20.

Key words: direct-seeded cotton planted after wheat; density; chemical control; yield; plant type

收稿日期: 2015-09-07

基金项目: 江苏省普通高校研究生科研实践计划项目(SJLX_0613); 江苏省农业三新工程项目[SXGC(2014)317]; 江苏省高校优势学科建设工程资助项目; 国家自然科学基金项目(31171479, 31301263, 31471435); 现代棉花产业技术体系(CARS-18-18)

作者简介: 陈 源(1973-), 男, 江苏东台人, 博士, 主要研究方向是作物生理。(Tel)0514-8979243; (E-mail) yuanchen@yzu.edu.cn

通讯作者: 张 祥, yzzhangxiang@163.com; 13665280661

棉花是一种重要的经济作物,是中国棉农的主要经济来源^[1]。长江流域棉区是中国重要棉花生产基地,目前该棉区棉花生产上大面积应用的主要是棉花营养钵育苗移栽技术,该技术一定程度上解决了茬口问题以及早春气温偏低、棉籽萌发出苗能力差等问题^[2-3],是棉花实现持续高产、稳产的重要措施^[4-7]。但是营养钵育苗移栽技术存在以下3个问题:首先,制钵、移栽用工多,劳动强度大,苗床管理复杂^[8-9]。目前农村劳动力向城市大量转移,劳动力成本越来越高,已严重制约棉花种植业的发展;其次成铃期长,成铃的垂直分布大,基本上可以达到1 m以上,导致吐絮期也很长,需人工采收,不利于机械化采收;最后育苗移栽棉花生育期长,达200~240 d,从而加剧了粮棉争地矛盾^[10-11]。长江流域种植制度主要是两熟制,棉花的前茬作物为小麦。当前国内麦棉两熟栽培方式主要有两种:麦后移栽棉(含套栽棉)和麦后直播棉。前者主要是营养钵育苗移栽,目前不适合长江流域农业发展的要求。因此,麦茬直播棉技术在该地区成为主要发展方向。在此种植方式下棉花生长发育快,生育期短,干物质积累快,能充分利用光热资源,促进粮棉同步增长。并且其成铃吐絮集中,容易实现机械化采收、省工节本^[12-13]。但如何实现麦茬直播棉高产优质的相关栽培技术还有待深入研究。密度和化学生长调节剂是调节棉花生长发育的两种重要手段,适宜的密度与化控措施有利于合理株型的塑造和获得较高产量^[14-20]。因此,本研究着重探讨通过调节密度和化控水平以明确一个适合于机收的且产量较高的麦茬直播棉关键栽培技术,进而为长江流域棉区实现机械化种植棉花提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料及设计

本试验于2011年与2012年在扬州大学农牧场进行,试验地为砂壤土,土壤有机质含量17.8 g/kg、水解氮64.8 mg/kg、速效磷25.6 mg/kg、速效钾85.4 mg/kg。供试品种为国欣农研会选育的短季棉品种国欣早11-1,本试验采用小麦收获后直播方式播种,播种期为2011年6月7日、2012年6月8日。2年均设密度、生长调节剂棉太金2个试验因子。设1 hm² 75 000株、90 000株、105 000株3个密度,分别以D1、D2和D3表示,行距为81 cm。本试验采用生长调节

剂棉太金作为生长调节剂,共设3种运筹水平(表1),分别以CK、T1、T2表示。棉太金(27.5%胺酰·甲哌镱水剂)是延缓剂DPC(甲哌镱)与促进剂2-N,N-二乙氨基乙基己酸酯(DTA-6,胺酰)的复配剂,由中国农业大学化控研究室提供。2011年设3个重复,2012年设2个重复,均按随机区组排列。每个小区6行,行长8 m,小区面积38.4 m²。肥料运筹方面,每1 hm² N、P₂O₅、K₂O的施用量分别为150 kg、75 kg、150 kg,其中50%作为基肥在播种前施用,剩余50%于初花期施用。收获前2周(大约在10月10日至10月15日)喷施脱叶催熟剂,其他田间管理措施均按当地高产技术要求实施。

表1 生长调节剂棉太金化控运筹
Table 1 The application of growth regulator Miantaijin during the whole growth stage

处理	苗期 (ml/hm ²)	盛蕾期 (ml/hm ²)	盛花期 (ml/hm ²)	盛铃期 (ml/hm ²)
CK	0	0	0	0
T1	90	180	360	540
T2	180	360	720	1 080

1.2 测定项目与方法

1.2.1 农艺性状调查 于10月5日田间调查株高、果枝始节位、始节位高度、果枝数、果枝长度等。

1.2.2 叶面积指数(LAI)及叶绿素含量(SPAD值)测定 于7月15日、7月30日、8月6日、9月25日使用叶面积指数冠层分析仪测定LAI,并使用SPAD520测定主茎倒四叶、打顶后的倒三叶SPAD值。

1.2.3 产量及其构成 在各小区棉花开始吐絮至完全吐絮期间,采摘棉花,各小区棉花统一收集并晒干,然后称取籽棉质量。

每小区选择长相一致,具有代表性的10株棉株调查单株铃数,收获单铃并称铃质量,同时测定衣分。

1.3 数据分析

试验数据使用Excel 2007进行数据处理,使用DPS7.55进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 产量及其构成

表2表明,不同密度和生长调节剂棉太金化控

组合对籽棉产量有显著影响,2011 年和 2012 年产量均表现出籽棉产量最高组合为 D3T1,其次为 D2T1,说明在小麦收获后直播条件下,密度为 1 hm² 90 000 株、105 000 株时配合适当化控,有利于供试品种获得较高的产量。

进一步分析产量构成因素表明,单株铃数 2 年均以 D1T1 和 D1T2 组合最高,说明低密度下增强化

控有利于提高单株成铃。而群体成铃数则表现与产量一致,产量高的组合基本上单位面积成铃数高。单铃质量在 2011 年以 D3T2 组合最高,其次为 D2T1 和 D3T1 组合,而在 2012 年则以 D2T1 组合最高,其次为 D3T1 组合,说明适度化控有利于提高供试品种的单铃质量。而衣分均表现为 D1CK、D2CK、D3CK 组合较高。

表 2 不同处理对小麦后直播棉产量及构成的影响

Table 2 Effects of different treatments on yield and yield components for direct-sowed cotton planted after wheat

年份	处理	单株铃数 (个/株)	群体成铃数 ($\times 10^4$, 1 hm ²)	单铃质量 (g)	衣分 (%)	籽棉产量 (kg/hm ²)
2011	D1CK	10.8bc	80.9c	3.60c	36.3a	2 980.7c
	D1T1	11.5ab	85.8bc	3.66bc	34.8abcd	3 332.0abc
	D1T2	11.7a	87.6bc	3.67bc	33.1de	3 276.3bc
	D2CK	9.4de	84.9bc	3.64bc	35.8ab	3 055.4c
	D2T1	10.9ab	98.1a	3.79ab	33.7cde	3 652.7ab
	D2T2	10.0cd	90.2b	3.67bc	34.2bcde	3 282.6bc
	D3CK	8.7c	90.9b	3.74abc	35.2abc	3 337.2abc
	D3T1	9.3de	98.1a	3.78ab	34.8abcd	3 687.5a
	D3T2	9.4de	98.9a	3.88a	32.7e	3 620.1ab
2012	D1CK	10.9bc	81.5d	3.51bc	35.6a	2 856.3d
	D1T1	11.8a	88.2cd	3.56b	32.7bc	3 137.3cd
	D1T2	11.4ab	85.2d	3.49bc	31.6c	2 966.6d
	D2CK	9.7d	87.3cd	3.47d	35.7a	3 024.9d
	D2T1	10.7c	95.9ab	3.71a	33.6b	3 551.3a
	D2T2	10.4c	93.6b	3.56b	32.5bc	3 332.1bc
	D3CK	8.7f	91.4bc	3.45d	36.4a	3 151.7cd
	D3T1	9.5de	99.3a	3.65a	33.8b	3 621.8a
	D3T2	9.1ef	95.1ab	3.53bc	31.7c	3 354.5b

D1CK 为密度 1 hm² 75 000 株+不使用棉太金;D1T1 为密度 1 hm² 75 000 株+苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm²,盛花期使用棉太金 360 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 540 ml/hm²;D1T2 为密度 1 hm² 75 000 株+苗期使用棉太金 180 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 360 ml/hm²,盛花期使用棉太金 720 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 1 080 ml/hm²;D2CK 为密度 1 hm² 90 000 株+不使用棉太金;D2T1 为密度 1 hm² 90 000 株+苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm²,盛花期使用棉太金 360 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 540 ml/hm²;D2T2 为密度 1 hm² 90 000 株+苗期使用棉太金 180 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 360 ml/hm²,盛花期使用棉太金 720 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 1 080 ml/hm²;D3CK 为密度 1 hm² 105 000 株+不使用棉太金;D3T1 为密度 1 hm² 105 000 株+苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm²,盛花期使用棉太金 360 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 540 ml/hm²;D3T2 为密度 1 hm² 105 000 株+苗期使用棉太金 180 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 360 ml/hm²,盛花期使用棉太金 720 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 1 080 ml/hm²。同一列同一年份数据后不同字母表示差异达 0.05 显著水平。

2011 年和 2012 年,密度和生化调节剂棉太金均显著或极显著地影响供试品种籽棉产量、单株铃数、群体成铃数,但两因素间的互作却不显著(表

3)。籽棉产量和群体成铃数均随着密度的增加而增加,在 D3 密度下最高;但随着生长调节剂棉太金用量的增加籽棉产量和群体成铃数均先增加后下

降,在中度化控(T1)条件下最大。而衣分则表现为仅受生化调节剂棉太金显著影响,且随生长调节剂棉太金用量的增加不断下降。两年间,密度和生长调节剂棉太金对单铃质量的影响虽不完全一致,但

总体而言,在高密度和高生长调节剂棉太金用量条件下,供试品种的单铃质量较高。此外,2012 年密度与生长调节剂棉太金间互作作用对单铃质量的影响也达到显著水平。

表 3 密度和生长调节剂棉太金对籽棉产量及其构成的影响

Table 3 Effects of planting density and Miantaijin on seed cotton yield and its components

年份	处理		单株铃数 (个/株)	群体成铃数 ($\times 10^4$, 1 hm ²)	单铃质量 (g)	衣分 (%)	籽棉产量 (kg/hm ²)
2011	密度	D1	11.30a	84.76c	3.64b	34.70a	3 196.30c
		D2	10.10b	91.07b	3.70b	34.60a	3 330.20b
		D3	9.14c	95.97a	3.80a	34.20a	3 548.30a
	棉太金	CK	9.62b	85.55b	3.66a	35.80a	3 124.40b
		T1	10.60a	94.02a	3.74a	34.40b	3 557.40a
		T2	10.40a	92.23a	3.740a	33.30c	3 393.00a
	变异来源	密度	53.01 **	20.86 **	7.29 **	0.61	20.86 **
	(F 值)	棉太金	11.23 **	13.15 **	2.55	15.20 **	11.58 **
		密度 \times 棉太金	1.53	1.80	1.38	1.89	2.29
2012	密度	D1	11.30a	84.88c	3.52b	33.20a	2 986.10b
		D2	10.30b	92.25b	3.58a	34.00a	3302.00a
		D3	9.10c	95.20a	3.540ab	34.00a	3 375.10a
	棉太金	CK	9.80c	86.68c	3.48c	35.90a	3 010.60c
		T1	10.60a	94.40a	3.640a	33.40b	3 435.40a
		T2	10.30b	91.25b	3.53b	31.90c	3 217.20b
	变异来源	密度	116.68 **	46.13 **	4.43	1.57	36.61 **
	(F 值)	棉太金	17.51 **	24.61 **	36.24 **	34.30 **	38.65 **
		密度 \times 棉太金	0.25	0.36	4.47 *	0.43	1.40

D1 表示 1 hm² 75 000 株;D2 表示 1 hm² 90 000 株;D3 表示 1 hm² 105 000 株;CK:不使用棉太金;T1 表示苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm²,盛花期使用棉太金 360 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 540 ml/hm²;T2 表示苗期使用棉太金 180 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 360 ml/hm²,盛花期使用棉太金 720 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 1 080 ml/hm²。同一列同一年份数据后不同小写字母代表处理间差异显著(P<0.05);* 和 ** 分别表示同一指标在 0.05 和 0.01 水平上差异显著。

2.2 麦茬直播棉群体特征

2.2.1 株型特征 表 4 表明,在株高方面,仅有 D1T1、D2T1、D3T1 组合的株高在 80~120 cm,达到机收的要求。在果枝长度方面,中高密度(D2 和 D3)条件下生长调节剂棉太金处理(T1 和 T2)的果枝长度保持在 15.0~17.4 cm,再加上叶片的长度(包括叶柄)20 cm 左右,达到封行但又不重叠,可最大程度利用光能,有利群体建立高光合效能;在果枝始节位方面,各处理均保持在 5~6 节,差异不大;各处理始节位高度均>20 cm,符合机械采收要求;在果枝数方面,D2 和 D3 条件下,T1 和 T2 果枝数保持

在 10.5 台以下。

生长调节剂棉太金的用量显著或极显著影响株高、果枝始节位、始节位高度、果枝数、果枝长度;密度仅显著影响始节位高度、果枝数;两者互作作用(密度 \times 生长调节剂棉太金)还极显著影响着果枝始节位、始节位高度、果枝数。说明在本试验密度范围内,均可通过生长调节剂棉太金的施用调控麦茬直播棉株型特征,形成利于机械化收获的群体。

综上所述,本试验条件下,在密度为 1 hm² 90 000 株,苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使

用棉太金 180 ml/hm², 盛花期使用棉太金 360 ml/hm², 盛铃期使用棉太金 540 ml/hm², 长江流域棉区麦茬直播棉群体株型更有利于机械化采收。

表 4 2012 年密度和生长调节剂棉太金对麦茬直播棉株型特征的影响

Table 4 Effects of planting density and Miantaijin on plant type characteristics of direct-sowed cotton planted after wheat in 2012

处理	株高 (cm)	果枝始节位 (节)	始节位高度 (cm)	单株果枝数 (台)	果枝长度 (cm)
D1CK	132.0ab	5.4bcd	28.9c	11.3b	32.5a
D1T1	101.8bc	5.8a	29.0c	10.5d	19.2b
D1T2	75.3c	5.3cd	22.4c	10.2e	16.5b
D2CK	138.7a	5.9a	48.3a	10.9c	31.4a
D2T1	105.4bc	5.0d	26.1c	10.5d	17.4b
D2T2	76.0c	5.4bc	23.3c	9.9f	15.8b
D3CK	140.9a	5.6ab	38.5b	12.3a	33.9a
D3T1	97.3c	5.3cd	26.1c	10.1d	17.3b
D3T2	78.5c	5.7ab	25.9c	9.0g	15.0b

处理 D1CK、D1T1、D1T2、D2CK、D2T1、D2T2、D3CK、D3T1 和 D3T2 见表 2 注。同一列数据后不同小写字母代表差异达 0.05 显著水平。

2.2.2 叶面积指数 (*LAI*) 表 5 表明, 不同处理的 *LAI* 在 7 月 15 日后逐渐增加, 除了低密度外, 中高密度至 8 月 6 日达到最大, 至 9 月 25 日又有所下降, 尤其以高密度下降较多, 而低密度下, 在 9 月 25 日 *LAI* 达到最大。此外, *LAI* 在同一密度下, 随着生长调节剂棉太金用量的增加而下降, 但是在同一化控或者对照水平下, 随着密度的增加而增高。不同密

度和生长调节剂棉太金处理间表现为无论在何种密度下, 对照的 *LAI* 最大, 化控处理低, 尤其以重控处理最低。8 月 6 日, 所有对照处理的 *LAI* 都超过了最适宜的 *LAI*, 都在 4.5 以上, 化控处理的最大 *LAI* 都在 4.3 以下, 特别在 3 个密度下 T1 处理的最大 *LAI* 都在 4 左右, 这有利于形成高光效群体。

表 5 密度和生长调节剂棉太金对群体 *LAI* 的影响

Table 5 Effect of plant density and Miantaijin on *LAI*

处理	生育时期 (月-日)			
	07-15	07-30	08-06	09-25
D1CK	1.61ab	4.13abc	4.86abc	5.14a
D1T1	1.16cd	3.51bc	3.81cd	4.31b
D1T2	1.05d	3.23c	3.64d	4.01bc
D2CK	1.72a	4.42ab	5.15ab	5.10a
D2T1	1.37bc	3.73abc	4.12bcd	4.06bc
D2T2	1.13cd	3.28c	3.82cd	3.79cd
D3CK	1.83a	4.58a	5.38a	5.01a
D3T1	1.42bc	3.82abc	4.21bcd	3.82cd
D3T2	1.20cd	3.38c	3.85cd	3.51d

处理 D1CK、D1T1、D1T2、D2CK、D2T1、D2T2、D3CK、D3T1 和 D3T2 见表 2 注。同一列数据后不同小写字母代表差异达 0.05 显著水平。

2.2.3 群体成铃数动态变化 表 6 表明, 各处理以 9 月 20 日前成铃多, 8 月 31 日前成铃比例大, 即早

秋桃形成多。不同处理间表现为中高密度下成铃多, 化控处理群体成铃量显著高于对照。因此, 在 1

hm² 90 000~105 000株配合化控有利于成铃,特别是优质铃的形成,可实现该种植制度下的优质高产。此外,成铃期主要集中在8月16日至9月20日,说明麦茬直播棉中高密度配合化控有利于集中成铃,从而为机械采收奠定基础。

表 6 密度和生长调节剂棉太金对群体成铃数的影响
Table 6 Effect of planting density and Miantaijin on the number of bolls of the population (×10⁴, 1 hm²)

处理	成铃数 (×10 ⁴ , 1 hm ²)			
	07-31	08-16	08-31	09-20
D1CK	1.90bcd	10.50bc	46.90b	64.10b
D1T1	3.80a	21.40a	58.50ab	72.40b
D1T2	3.00ab	12.80abc	56.30ab	67.10b
D2CK	0.50de	7.30bc	49.10b	63.90b
D2T1	4.10a	14.90abc	58.60ab	77.60ab
D2T2	2.80abc	11.70bc	54.50ab	71.30b
D3CK	0e	5.80c	53.60ab	66.20b
D3T1	1.60bcde	15.80ab	66.20a	88.70a
D3T2	1.10cde	11.60bc	64.60a	74.70b

处理 D1CK、D1T1、D1T2、D2CK、D2T1、D2T2、D3CK、D3T1 和 D3T2 见表 2 注;同一列数据后不同小写字母表示差异达 0.05 显著水平。

2.2.4 功能叶叶绿素含量(SPAD 值) 7月15日以后,随着生育进程的加快,SPAD 值逐渐增加,特别是8月6日以后,增加速度加快。不同处理间,表现为使用生长调节剂棉太金处理的 SPAD 值明显高于对照(CK),化控之间表现出重度化控处理(T2)的 SPAD 值高于适度化控处理(T1)。

从表 7 中可以看出,7月15日、7月30日及8月6日功能叶 SPAD 值与8月16日至9月20日的成铃数均呈极显著二次相关关系($r = 0.787\ 0^{**}$ 、 $0.800\ 0^{**}$ 、 $0.802\ 0^{**}$),说明无论在哪一时期,叶绿素含量过低或过高均不利于此时期成铃。调节好叶绿素含量可以取得较高的成铃数,对于集中成铃具有重要作用。

表 7 不同时期 SPAD 值与 8 月 16 日至 9 月 20 日成铃数的相关性
Table 7 The correlation analysis between SPAD value and number of bolls from Aug.16 to Sep.20

生育期(月-日)	方程	相关系数(r)
07-15	$Y = -0.035\ 5x^2 + 3.534\ 6x - 82.495\ 0$	0.787
07-30	$Y = -0.019\ 1x^2 + 1.998x - 46.656\ 0$	0.800
08-06	$Y = -0.012\ 3x^2 + 1.350\ 5x - 31.692\ 0$	0.802

3 讨论

3.1 在长江流域合理的栽培技术可构建适于机械化采收的棉花群体

麦茬直播棉生长的最主要特点是利用小麦收获后的温光资源进行生长发育,最终在冬小麦种植前完成机械收获,生育期基本上从六月中旬到十月下旬或者十一月初^[21-22]。目前,直播棉花机械播种已是一项成熟的技术,但中国机械化收获尚处于起步阶段,机械化收获对于棉株株高、果枝始节位高度、果枝长度等农艺性状均有一定的要求,而适于机械化收获的一个很重要的指标便是群体株型的塑造^[23]。本研究结果表明,苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm²,盛花期使用棉太金 360 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 540 ml/hm²使得麦茬直播棉株高较为适宜,达到了 101.5 cm,符合机械化收获的 80~120 cm 的要求。始节位过高,会减少植株的成铃分布范围,本研究结果表明,以化控处理(苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm²,盛花期使用棉太金 360 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 540 ml/hm²和苗期使用棉太金 180 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 360 ml/hm²,盛花期使用棉太金 720 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 1 080 ml/hm²)可降低始节位。果枝的数目多少跟化控的程度相关,主要表现为对照的比较多,但结合产量结果来看,并非果枝数最多的产量就高,从本试验结果看来,以中高密度下苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm²,盛花期使用棉太金 360 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 540 ml/hm²果枝数比较适宜且产量较高。此外,单株果枝数的增加就意味着成铃不集中,吐絮更分散,最终导致无法进行机械化收获或机械化收获后产量损失严重。适宜的果枝长度对于机械化收获起着重要的作用,因为果枝长度太长,郁闭作用明显,再加上枝条相互缠绕,无论对于后期的脱叶剂喷施还是机械采收都是不利的,从结果中可以知道,中高密度下苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm²,盛花期使用棉太金 360 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 540 ml/hm²处理果枝长度 19 cm 左右,正好封行不重叠,而且还能最大效率的利用光能。

不同处理成铃主要在9月20日以前,其中以8月16日到8月31日成铃最多,说明麦茬直播棉在

本试验密度下主要形成早秋桃,即以形成优质桃为主。成铃时间主要集中在 8 月 16 日到 9 月 20 日,成铃比较集中,便于后期集中吐絮调控,比较适宜最后的机械化采收。

生理活性方面,使用生长调节剂棉太金有利于提高各个时期的植株叶绿素含量(*SPAD* 值),重度化控下的含量最高,这与前人研究结果^[24]一致。但综合成铃数来看,叶绿素应保持在合理的范围内,才更利于棉铃形成。这与前人研究结论略有不同,前人认为提高棉花叶片叶绿素含量有利于产量提高^[25]。这可能是因为在本试验种植条件下,棉花叶绿素含量过低时,植株生长过弱;而棉花叶绿素含量过高时,植株长势太旺,均不利于棉铃的形成。这也可以解释前人研究发现化控对产量影响的差异。如 Zhao 等认为化控不利于产量形成^[26],但 Nichols 等认为化控对产量没有显著影响^[27],而 Cathey 和 Meredith 却认为化控尤其在氮肥施用过多的情况下可提高产量^[28]。本试验结果表明,麦茬直播棉苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm²,盛花期使用棉太金 360 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 540 ml/hm² 可以形成合理叶绿素含量,利于在 8 月 16 日到 9 月 20 日成铃,更易获得高产。

3.2 麦茬直播棉的种植效益

由于育苗移栽和地膜覆盖栽培技术在棉花上的应用和推广,长江流域棉区进入 20 世纪 80 年代后,一直走“小、壮、高”栽培途径^[16-18],促进棉株个体生长,建立发挥个体优势的棉花株型,单株有效果枝台数最高可达到 18 台以上,单株有效果节数平均达到 80 个以上,移栽密度最低可达到 1 hm² 30 000 株左右^[19]。但此种植方式下,棉花用工多、劳动强度大、生育期长。其中育苗移栽和人工采摘是构成棉田劳动用工的主要部分。但在当前形势下,育苗移栽方式已不能适应时代的要求,未来棉花种植发展的方向之一便是机械化^[20]。麦茬直播棉种植方式因此应运而生。本试验结果表明,麦茬直播棉在生育期比移栽棉明显缩短的情况下,1 hm² 90 000 ~ 105 000 株,苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm²,盛花期使用棉太金 360 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 540 ml/hm² 籽棉产量可以达到 3 600 kg/hm² 以上。进一步分析产量构成发现,在本试验中,所有处理单铃质量均偏低(<4.0 g),这严重影响了麦茬直播棉产量的进一步

提高。因此,如何培育出早熟、单铃质量高的品种以及通过合理的栽培技术措施提高单铃质量是今后麦茬直播棉发展的重要方向。

本研究结果表明,麦茬直播棉在 1 hm² 90 000 株密度下,苗期使用棉太金 90 ml/hm²,盛蕾期使用棉太金 180 ml/hm²,盛花期使用棉太金 360 ml/hm²,盛铃期使用棉太金 540 ml/hm² 籽棉产量可以达到 3 500 kg/hm² 以上。其株高(105.4 cm)、果枝始节位高度(26.1 cm)、果枝长度(17.4 cm)和单株果枝数(10.5 台),均符合机械化采收的要求,且上述指标主要受生长调节剂棉太金极显著影响。该条件下,棉花功能叶叶绿素含量较高,利于 8 月 16 日至 9 月 20 日集中成铃,更易获得高产。

参考文献:

- [1] 中国农业科学院棉花研究所.中国棉花栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,1983:337-347.
- [2] 刘道槐,金文奎.棉花双膜栽培增产原因浅析[J].中国棉花,1985(2):31-32.
- [3] 贾玉珍.棉花育苗移栽技术考察报告[J].河南农业大学学报,1981(1):49-58.
- [4] 朱 烨,钱大顺,陈祥龙.棉花营养钵育苗移栽的三代技术[J].中国农学通报,1986(2):14.
- [5] 陈世俊.全国地膜棉花种植及其研究动向[J].新疆农垦科技,1982(3):50-51.
- [6] 芦 平.全国棉花地膜覆盖栽培技术推广概况[J].中国棉花,1985(2):2-5.
- [7] 孙学振,施 培,张 红,等.棉花育苗移栽与地膜覆盖高产栽培技术研究进展[J].中国农学通报,1999,15(2):42-46.
- [8] 马空军,孙月华,马风云.植物生长调节剂在棉花上的应用现状[J].新疆大学学报:自然科学版,2002,19(S1):8-10.
- [9] 裴新民,张友腾,马惠玲,等.棉花生产机械化发展研究及政策建议[J].农机质量与监督,2010(10):14-16.
- [10] 朱德文,陈永生,徐立华.我国棉花生产机械化技术现状与发展趋势[J].农机化研究,2008(4):224-227.
- [11] 楚跃辉.从我国棉花产业的现状看棉花机械化的发展前景[J].中国纤检,2011(19):30.
- [12] 陈贵林.机采棉发展需要解决的几个问题[J].中国棉花加工,2009(2):17-18.
- [13] 黄 勇,付 成,吴 杰.国内外机采棉技术分析比较[J].新疆农机化,2005(4):18-20.
- [14] REN X M,ZHANG L H,DU M W,et al.Managing mepiquat chloride and plant density for optimal yield and quality of cotton[J].Field Crops Research,2013,149:1-10.
- [15] MAO L L,ZHANG L Z,ZHAO X H,et al.Crop growth,light utilization and yield of relay intercropped cotton as affected by plant density and a plant growth regulator[J].Field Crops Research,

- 2014, 155: 67-76.
- [16] 陈 源, 王书红, 陈德华, 等. 高品质棉高产保优的栽培途径探讨[J]. 棉花学报, 2006, 18(2): 94-98.
- [17] 陈 源, 顾万荣, 陈德华, 等. 转基因抗虫棉杂交种育苗移栽高产栽培途径的研究[J]. 作物学报, 2005, 31(4): 487-492.
- [18] 纪从亮. 江苏棉花形成“小、壮、高”栽培新体系[J]. 江西棉花, 2003, 25(4): 13-15.
- [19] DAI J L, DONG H Z. Intensive cotton farming technologies in China: achievements, challenges and countermeasures [J]. Field Crops Research, 2014, 155: 99-110.
- [20] DONG H, LI W, TANG W, et al. Yield, quality and leaf senescence of cotton grown at varying planting dates and plant densities in the Yellow River Valley of China[J]. Field Crops Research, 2006, 98: 106-115.
- [21] 陈建平, 张 粤, 王海洋, 等. 麦后棉品种、密度和种植方式对皮棉产量的影响[J]. 江苏农业学报, 2011, 27(1): 31-35.
- [22] 肖才升, 李育强, 李 庠, 等. 洞庭湖植棉区油后直播棉的发展前景探讨[J]. 中国棉花, 2013, 10(11): 21-22.
- [23] 朱新华, 高 謨. 麦后移栽和直播棉果枝果节的形成及其综合评价[J]. 南京农业大学学报, 1993, 16(3): 6-10.
- [24] 马宗斌, 房卫平, 谢德意, 等. 氮肥和 DPC 用量对棉花叶片叶绿素含量和 SPAD 值的影响[J]. 棉花学报, 2009, 21(3): 224-229.
- [25] KARADEMIR C, KARADEMIR E, EKINCI R, et al. Correlations and path coefficient analysis between leaf chlorophyll content, yield and yield components in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under drought stress conditions[J]. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 2009, 37(2): 241-244.
- [26] ZHAO D L, OOSTERHUIS D M. Pix plus and mepiquat chloride effects on physiology, growth, and yield of field-grown cotton[J]. Journal of Plant Growth Regulator, 2000, 19(4): 415-422.
- [27] NICHOLS S P, SNIPES C E, JONES M A. Evaluation of row spacing and mepiquat chloride in cotton[J]. Journal of Cotton Science, 2003, 7: 148-155.
- [28] CATHEY G W, MEREDITH W R J R. Cotton response to planting date and mepiquat chloride[J]. Agron J, 1988, 8: 463-466.

(责任编辑: 陈海霞)