

# 配置模式对枣棉间作棉花光合及干物质积累特征的影响

郭仁松<sup>1</sup>, 林涛<sup>1</sup>, 崔建平<sup>1</sup>, 徐海江<sup>1</sup>,  
汤秋香<sup>2</sup>, 张巨松<sup>2</sup>, 田立文<sup>1\*</sup>

(1. 新疆农业科学院经济作物研究所/农业部荒漠绿洲作物生理生态与耕作重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830091;  
2. 新疆农业大学, 新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘要:** 在新疆自然生态条件下, 研究了不同密度下宽窄行(45 cm + 15 cm)和等行距(30 cm)配置模式对枣棉间作棉花光合及干物质积累特征的影响。结果表明: 枣棉间作条件下, 不同配置模式棉花在盛花期以前 LAI、SPAD 及  $P_n$  差异未达显著水平, 盛花期后差异显著。棉花  $P_n$  全生育期呈抛物线形态变化, 蕾期以低密度等行距较高, 随密度增大各处理  $P_n$  呈下降趋势,  $P_n$  在盛花期达到峰值, 中密度宽窄行最高, 为  $34 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , 盛铃期、吐絮期以高密度宽窄行最高, 各时期均以冠外区高于冠下区。高密度种植利于降低宽窄行  $t_0$ , 提高  $V_m$ ,  $V_m$  最大值为  $269.8 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$ , 分别比中、低密度高 11%、52.8%, 而中、低密度等行距  $V_m$  高于宽窄行, 高密度反之。 $\Delta t$ 、 $t_1$ 、 $t_2$  表现为高密度 > 中密度 > 低密度。因此, 枣棉间作棉花适宜宽窄行、高密度种植。

**关键词:** 枣棉间作; 行距配置模式; 密度; 光合特征; 干物质积累; 新疆

中图分类号: S562.048 文献标志码: A 文章编号: 1000-7601(2013)06-0034-05

## Influence of allocation models on characteristics of photosynthesis and dry matter accumulation in cotton intercropped with jujube

GUO Ren-song<sup>1</sup>, LIN Tao<sup>1</sup>, CUI Jian-ping<sup>1</sup>, XU Hai-jiang<sup>1</sup>,  
TANG Qiu-xiang<sup>2</sup>, ZHANG Ju-song<sup>2</sup>, TIAN Li-wen<sup>1\*</sup>

(1. Institute of Economic Crops, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Crop Physiological Ecology and Tillage of Desert Oasis, Ministry of Agriculture, Urumqi 830091, China;  
2. Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

**Abstract:** By using different planting densities with wide-narrow row (45 cm + 15 cm) and even row space (30 cm), the effects of allocation models on characteristics of photosynthesis and dry matter accumulation in cotton intercropped with jujube were investigated in Xinjiang. The results showed that: (1) The difference of leaf area index (LAI), SPAD and net photosynthesis rate ( $P_n$ ) in cotton did not reach significant level before full-bloom stage among different allocation models, while it was opposite after full-bloom stage. (2) The change of  $P_n$  in cotton was parabolic, and it was higher in outer canopy than in lower canopy during the whole growth period. During bud stage, the  $P_n$  was relatively high under low density with even row space, and it tended to decrease with the increase of planting density. The  $P_n$  reached the peak values at full-bloom stage, in which the highest value was  $34 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  under middle density with wide-narrow row. During full-boll stage and boll opening stage, the  $P_n$  was the highest under high density with wide-narrow row. (3) High planting density was beneficial to decrease  $t_0$  and increase  $V_m$  under wide-narrow row. The maximum value of  $V_m$  under high planting density was  $269.8 \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}$ , being 11% and 52.8% higher, respective, than that under middle and low planting density. The value of  $V_m$  under middle and low planting density with even row space was higher than that with wide-narrow row, but it was opposite under high planting density. The value of  $\Delta t$ ,  $t_1$  and  $t_2$  were se-

收稿日期: 2013-06-01

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项(201003043); 新疆农业科学院青年基金项目(xjnky-2012-009); 新疆农业科学院院长基金项目(xjnky-2012-x02); 新疆维吾尔自治区科技特派员创业行动项目

作者简介: 郭仁松(1982—), 男, 山东德州人, 硕士, 助理研究员, 主要从事棉花高产栽培生理生态研究。E-mail: songgr08@163.com。

\* 通信作者: 田立文(1965—), 男, 安徽肥东人, 研究员, 主要从事棉花高产栽培生理生态研究。E-mail: tianliwen@163.net。

quenced as: high density > middle density > low density. Therefore, it was suitable to plant cotton in high planting density with wide-narrow row in jujube-cotton intercropping system.

**Keywords:** jujube-cotton intercropping; allocation model; planting density; photosynthesis; dry matter accumulation; Xinjiang

农林间作系统具有集约利用光、热、水、肥等因素,实现资源的高效利用及农业高产高效等优点。农林间作系统中,光是农作物与林木最激烈的争夺因子<sup>[1-2]</sup>。由于系统中林木的遮荫作用,引起农作物接收光合有效辐射相对减弱,从而导致农作物的产量降低<sup>[3]</sup>。

作物干物质积累 90% ~ 95% 来源于光合作用,光合作用是作物产量形成的基础,因此农作物减产的原因可能是林木和农作物之间对光能和养分等资源竞争作用所引起<sup>[4-5]</sup>。

近几年,新疆环塔里木盆地特色林果业发展迅速,导致单作棉田逐渐减少,果树与棉花间作田不断扩大,其中以枣棉间作为主,并逐步成为新疆绿洲农业生态系统的重要组成部分。但目前有关新疆农林间作的种植模式研究较少,特别是枣树与棉花间作研究鲜见报道。本研究基于目前新疆枣树栽培模式,通过改变棉花密度及株行距配置,筛选出适宜枣棉间作的优化配置模式,为新疆果棉间作高产高效栽培提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况及材料

试验于 2010 年 3 月—11 月在阿瓦提县多浪乡进行,试验地为中壤土,耕层土壤养分含量:有机质 9.2 g·kg<sup>-1</sup>,全氮 0.56 g·kg<sup>-1</sup>,碱解氮 35.8 mg·kg<sup>-1</sup>,速效磷 42.7 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾 275 mg·kg<sup>-1</sup>。枣树 (*Zizyphus jujube*) 定植于 2006 年,树龄 5 a,骏枣,枣树行距为 4 m,株距为 1.5 m,南北方向栽植;棉花品种为中棉所 49,2.3 m 宽膜覆盖,1 膜 8 行。枣树、棉花均采用沟灌。

### 1.2 试验设计

采用裂区试验设计,以种植密度为主区,行距配置为副区。种植密度设低密度 13.5 万株·hm<sup>-2</sup>、中密度 22.5 万株·hm<sup>-2</sup>、高密度 31.5 万株·hm<sup>-2</sup> 3 个处理,行距配置设等行距 30 cm 和宽窄行(45 cm + 15 cm) 2 个处理;共计 6 个处理。主区长 10 m,宽 8 m,面积 80 m<sup>2</sup>,副区长 10 m,宽 4 m,面积 40 m<sup>2</sup>。重复 3 次,共计 18 个小区。

### 1.3 调查方法

在枣树冠下区(东、西侧各取 1 个样点)、冠外区

利用 LAI-2000 植物冠层分析仪测定棉花每个生育时期叶面积指数(LAI);在定点的 10 株棉花主茎倒四叶上采用 SPAD-502 叶绿素仪测定叶片 SPAD 值,同时利用 TPS-2 光合仪测定叶片净光合速率( $P_n$ );在各生育时期选择不同处理棉株 6 株,烘干至恒重,称量;采用 Logistic 方程拟合棉花干物质积累特征,拟合模型为  $W = W_m / [1 + e^{-(a+bt)}]$ ;棉花产量以实收计产。

### 1.4 数据处理

数据分析采用 Excel 2003、DPS 7.05 进行分析,方差分析均为 5% 水平,采用 LSD 法。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同配置模式对枣棉间作棉花产量及构成因素的影响

棉花产量以高密度宽窄行配置模式表现最好,其次是高密度等行距、中密度宽窄行、中密度等行距、低密度等行距模式,低密度宽窄行模式表现最差(表 1)。说明枣棉间作产量与密度呈正相关,且密度改变对不同行距配置棉花产量影响显著。低密度条件下等行距模式产量显著高于宽窄行,但随密度的提高宽窄行模式产量提高幅度显著高于等行距。对产量构成因素分析发现,密度对棉花产量构成影响程度依次为结铃数 > 衣分 > 铃重,枣树冠下区棉花受影响显著,且等行距受影响程度高于宽窄行。因此,枣棉间作条件下棉花高密度宽窄行种植利于实现高产。

### 2.2 不同配置模式对枣棉间作棉花叶面积指数(LAI)的影响

不同配置模式棉花 LAI 在整个生育期呈单峰曲线变化(图 1)。盛花期以前,中、高密度棉花 LAI 差异不显著,冠下区中密度 LAI 略大于高密度,而冠外区高密度 > 中密度 > 低密度,盛花期后随密度增加棉花 LAI 逐渐增大,盛铃期达到峰值,其中高密度宽窄行峰值最大,为 4.52。从行距配置来看,盛花期前等行距利于棉花 LAI 增大,由于盛花期后个体生长优势减弱,群体优势逐渐增强,宽窄行配置通风透光性较好,较高水平 LAI 持续期长。因此,枣棉间作条件下,高密度 LAI 前期增长缓慢,而中后期 LAI 较大,且宽窄行模式优势显著,有利于提高棉花中后期

叶源量,增加光合有效面积。

表 1 不同配置模式对枣棉间作棉花产量及构成因素影响

Table 1 Influence of different allocation models on yield and component factors of cotton intercropped with jujube

密度 Plant density	行距 Row space	位置 Position	收获株数 Harvested plants /(10 <sup>4</sup> plant·hm <sup>-2</sup> )	铃数 Bolls per plant	铃重 Boll weight /g	衣分 Lint percentage /%	皮棉产量 Lint yield /(kg·hm <sup>-2</sup> )
低密度 Low density	等行距 Even row space	冠下区 Lower canopy	12.0c	7.7a	5.1a	39.2a	1824.9d
		冠外区 Outer canopy	12.0c	8.0a	4.8b	39.2a	1795.5d
	宽窄行 Wide-narrow row	冠下区 Lower canopy	12.4c	6.8ab	4.8b	39.1a	1577.1e
		冠外区 Outer canopy	12.0c	7.4a	4.8b	39.2a	1670.9de
中密度 Middle density	等行距 Even row space	冠下区 Lower canopy	19.2b	5.2b	4.7b	39.2a	1839.5d
		冠外区 Outer canopy	19.0b	5.3b	4.8b	39.0a	1885.1ed
	宽窄行 Wide-narrow row	冠下区 Lower canopy	19.8b	5.0b	4.7b	39.4a	1833.0d
		冠外区 Outer canopy	19.3b	5.2b	4.9ab	39.0a	1903.4cd
高密度 High density	等行距 Even row space	冠下区 Lower canopy	26.3a	4.4c	4.8b	38.0b	2068.4c
		冠外区 Outer canopy	26.4a	5.1b	5.0a	37.9b	2586.2ab
	宽窄行 Wide-narrow row	冠下区 Lower canopy	26.9a	4.8bc	4.9ab	38.2b	2416.9b
		冠外区 Outer canopy	26.7a	5.2b	5.0a	38.8a	2693.5a

注:不同小写字母表示 5% 水平差异显著性,下同。

Note: Different lower-case letters mean significant difference at 5%, hereinafter the same.

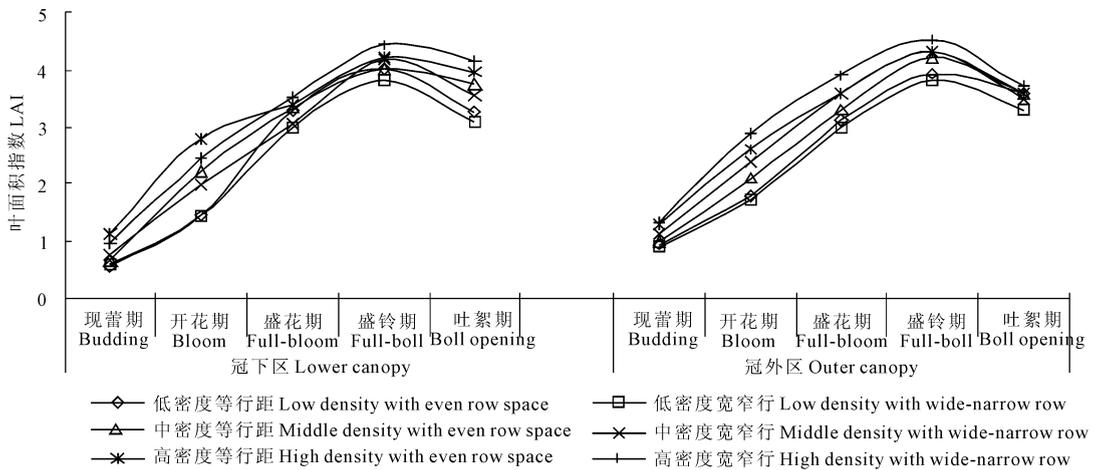


图 1 不同配置模式对枣棉间作棉花 LAI 的影响

Fig.1 Influence of different allocation models on LAI of cotton intercropped with jujube

### 2.3 不同配置模式对枣棉间作棉花叶片 SPAD 值的影响

叶绿素是植物叶片进行光合作用的重要物质基础,叶片 SPAD 值与叶绿素含量呈显著正相关<sup>[6]</sup>。由图 2 可知,棉花盛花期以前叶片 SPAD 值增加缓慢,盛花期至盛铃期叶片 SPAD 值快速增大,吐絮期达到最大值,各处理变化趋势一致。随密度增加叶片 SPAD 值有增大趋势,行距配置间也有差异,低密度等行距模式冠下区叶片 SPAD 值大于宽窄行,其它处理均是等行距模式小于宽窄行模式。表明枣棉

间作密度配置对棉花叶片 SPAD 值影响程度高于行距配置。

### 2.4 不同配置模式对枣棉间作棉花光合速率的影响

由图 3 可知,在棉花整个生育期内棉花  $P_n$  动态变化呈单峰曲线,冠下区各处理  $P_n$  显著低于冠外区,不同处理在盛花期前表现为随着密度逐渐增大,叶片  $P_n$  呈逐渐降低趋势,开花期差异达到显著水平。冠外区叶片  $P_n$  在盛花期达到峰值,且中密度 > 低密度 > 高密度,峰值过后,低、中密度  $P_n$  下

降较快。从行距配置来看,等行距处理在开花期前  $P_n$  显著高于宽窄行,开花期后则反之,表明宽窄行配置利于棉花中后期  $P_n$  提高。受枣树遮荫影响,冠下区棉花  $P_n$  显著低于冠外区,中密度宽窄行和

高密度等行距在开花期达到峰值,其它处理均在盛花期达到峰值,盛花期后高密度  $P_n$  下降速度明显加快,等行距处理到吐絮期达到最低水平,为  $12.5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

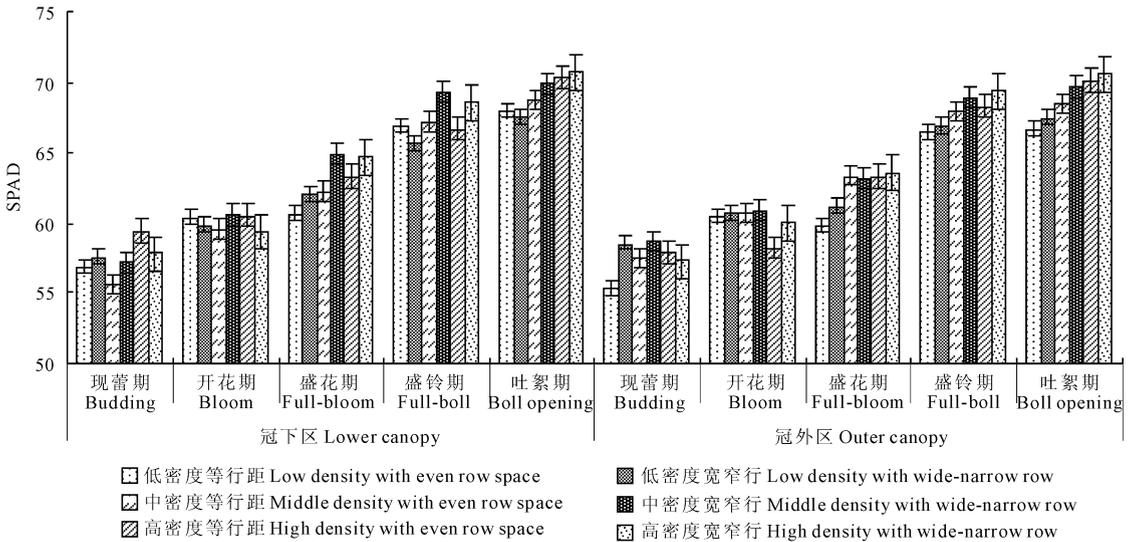


图 2 不同配置模式对枣棉间作棉花叶片 SPAD 值的影响

Fig.2 Influence of different allocation models on SPAD of cotton intercropped with jujube

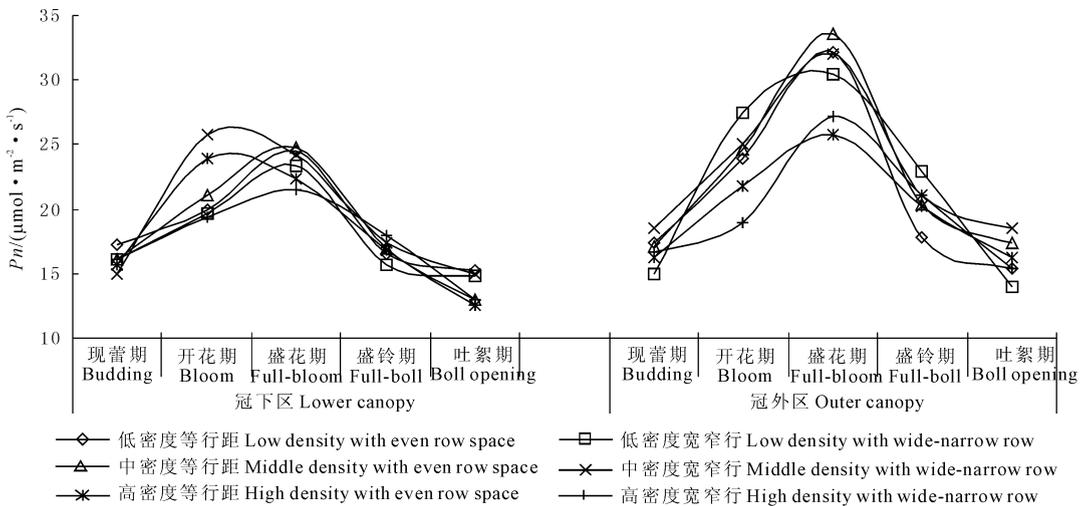


图 3 不同配置模式对枣棉间作棉花净光合速率的影响

Fig.3 Influence of different allocation models on net photosynthetic rate of cotton intercropped with jujube

### 2.5 枣棉间作棉花干物质积累 Logistic 方程模拟分析

不同处理棉花干物质积累经 Logistic 方程拟合,  $R^2$  均达到 0.97 以上,经  $F$  检验达极显著水平(表 2)。干物质积累最大速率  $V_m$  最大为高密度宽窄行冠下区,达到  $294.7 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$ ,且达到积累速率最大时刻  $t_0$  的时间最早,为出苗后 74 d,其次是高密度宽窄行冠外区为 80 d。快速积累期起始时刻  $t_1$  同样是高密度宽窄行较早,分别为 57 d、58 d,其它处理

均在 66 d 以上,以低密度等行距冠外区、宽窄行冠下区进入干物质快速积累期较晚,为 76 d,而快速积累持续期  $\Delta t$  以高密度等行距冠外区最长,为 59 d。表明配置模式对棉花干物质积累特征影响显著,随着密度增加,宽窄行模式干物质积累进入快速积累期提前,  $V_m$  显著提高,  $\Delta t$  缩短;而等行距模式低、高密度干物质积累进入快速积累持续期晚,  $V_m$  显著偏低,但  $\Delta t$  较长。

表 2 枣棉间作棉花干物质积累 Logistic 方程模拟分析

Table 1 Simulation analysis of Logistic equation for dry matter accumulation of cotton intercropped with jujube

密度 Plant density	行距 Row space	位置 Position	模拟方程 Simulation equation	相关系数 Correlation coefficient	$V_m/$ ( $\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$ )	$t_0$ /d	$t_1$ /d	$t_2/d$	$\Delta t$ /d
低密度 Low density	等行距 Even row space	冠下区 Lower canopy	$Y = 10893.9/[1 + e^{(6.06 - 0.07t)}]$	0.998**	185.8	89	70	108	38
		冠外区 Outer canopy	$Y = 13010.6/[1 + e^{(5.67 - 0.06t)}]$	0.998**	185.8	99	76	122	46
	宽窄行 Wide-narrow row	冠下区 Lower canopy	$Y = 11430.8/[1 + e^{(5.13 - 0.05t)}]$	0.994**	144.2	102	76	128	52
		冠外区 Outer canopy	$Y = 9721.3/[1 + e^{(6.58 - 0.08t)}]$	0.992**	190.1	84	67	101	34
中密度 Middle density	等行距 Even row space	冠下区 Lower canopy	$Y = 15575.1/[1 + e^{(6.31 - 0.07t)}]$	0.988**	282.3	87	69	105	36
		冠外区 Outer canopy	$Y = 16283.2/[1 + e^{(5.80 - 0.06t)}]$	0.988**	270.3	87	68	107	39
	宽窄行 Wide-narrow row	冠下区 Lower canopy	$Y = 13913.2/[1 + e^{(5.31 - 0.06t)}]$	0.973**	209.4	88	66	110	44
		冠外区 Outer canopy	$Y = 17163.5/[1 + e^{(4.89 - 0.05t)}]$	0.981**	209.4	100	73	127	54
高密度 High density	等行距 Even row space	冠下区 Lower canopy	$Y = 16895.0/[1 + e^{(6.01 - 0.06t)}]$	0.981**	280.3	91	71	111	40
		冠外区 Outer canopy	$Y = 22362.0/[1 + e^{(4.51 - 0.04t)}]$	0.981**	245.9	103	73	132	59
	宽窄行 Wide-narrow row	冠下区 Lower canopy	$Y = 15284.1/[1 + e^{(5.74 - 0.08t)}]$	0.981**	294.7	74	57	92	35
		冠外区 Outer canopy	$Y = 17683.4/[1 + e^{(4.68 - 0.06t)}]$	0.981**	258.3	80	58	103	45

### 3 讨论

枣棉间作模式是高—矮搭配比较合理的农林间作模式,但在间作系统内仍存在光照、水分、温度、养分之间的竞争矛盾,而光照影响较为突出,表现在枣树对棉花的遮荫作用,盛果期枣树全天遮荫 6~8 h,最大遮荫程度可达 80% 左右,以枣树开花期至成熟期对棉花影响显著,对棉花花铃期影响最大<sup>[7-8]</sup>。史彦江等<sup>[9]</sup>研究认为枣树对棉花有显著遮荫效应,随着棉花与枣树距离的增加棉花冠层光合有效辐射、 $P_n$  逐渐增大,且产量也逐步提高,与本试验研究结果一致。张巨松等<sup>[10]</sup>研究也得出相似结论,认为枣棉间作对棉花不同群体均有影响,但棉花中、高密度群体优势明显,LAI 高值持续期长, $P_n$  高,干物质积累量大,利于实现高产<sup>[11-12]</sup>,本研究也是高密度宽窄行配置棉花产量最高。

### 4 结论

枣棉间作条件下,种植密度对棉花光合及干物

质积累特征影响显著,棉花种植密度在整个生育期与 LAI、SPAD 值呈正相关,但盛花期以前中、高密度差异不显著,盛花期后差异达到显著水平,各处理变化趋势一致。 $P_n$  生育期呈单峰曲线,盛花期以前与种植密度呈正相关,各处理在盛花期达到峰值。等行距棉花前期  $P_n$  低于宽窄行,盛花期后逐渐高于等行距,受枣树遮荫影响,冠下区  $P_n$  显著低于冠外区,平均低 2~5  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。高密度宽窄行降低  $t_0$ ,提高  $V_m$ ,为 269.8  $\text{kg}\cdot\text{d}^{-1}$ ,分别比中、低密度高 11%、52.8%。中、低密度等行距  $V_m$  高于宽窄行,高密度反之, $\Delta t$ 、 $t_1$ 、 $t_2$  表现为高密度 > 中密度 > 低密度。表明受枣树遮荫影响程度冠下区高于冠外区,等行距配置在中、低密度下群体优势优于宽窄行,随着密度的增大和生育期的向后推移,宽窄行配置群体优势明显,这与棉田冠层结构及通风透光性有关。因此,枣棉间作棉田适宜宽窄行、高密度配置,可增强棉花光合作用,增加干物质积累量,从而提高棉花产量。

(下转第 43 页)

用、叶绿素含量均产生有利影响。西瓜结果期至收获期自然降水增多,水分胁迫缓解,垄面集雨垄沟种植的处理 TG 与对照 RH 相比生长势更强,各项生理指标与 RH 差异达到显著水平,但与垄上种植的处理 RM、GM、RS 相比,TG 的光合速率、叶绿素含量依然较低。而王同花<sup>[15]</sup>、白秀梅<sup>[16]</sup>等人试验表明,起垄覆膜栽培模式中,不同地面位置的温度对比为:覆膜垄上>覆膜垄沟>无覆盖。所以这种情况的出现可能与垄沟种植处理 TG 地面温度较低有关。

不同栽培模式下嫁接西瓜产量与各处理生理生长情况关系密切,生理生长情况较好的处理 RM、GM、RS 产量相比其它处理差异显著。前人研究表明覆膜能提高西瓜的可溶性固形物含量,对维生素 C、粗纤维和有效酸含量受覆膜方式的影响较小<sup>[17]</sup>。但在本试验中,不同栽培模式下嫁接西瓜的品质指标并无明显规律,还有待进一步的深入研究。

## 4 结 论

不同栽培模式下嫁接西瓜的生理生长情况和产量效应存在明显差异,处理 GM 在生理生长和产量指标上均明显优于处理 RH、GH 和 TG,与处理 RM 和 RS 相比也存在一定优势,所以认为全覆膜垄上开沟播种是适宜黄土高原旱地农业区嫁接西瓜生产的栽培模式。

### 参 考 文 献:

[1] Li Fengui, Zhao Songling, Geballe G T. Water use patterns and agronomic performance for some cropping systems with and without fallow crops in a semi-arid environment of northwest China[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2000, 79:129-142.

[2] 王同朝,王 燕,卫 丽,等.作物垄作栽培法研究进展[J].河南农业大学报,2005,39(4):377-382.

[3] 刘明麟,何铁柱.不同砧木嫁接西瓜果重、可溶性固形物含量、产籽量及相关的影响[J].中国西瓜甜瓜,1991,(1):15-17.

[4] 郑高飞,刘崇怀.西瓜砧木及嫁接栽培研究概况[J].长江蔬菜,1996,(11):1-3.

[5] 李洪勋,吴伯志.地膜覆盖对玉米生理指标的影响研究综述[J].玉米科学,2004,12(增刊):66-69.

[6] 杨俊峰,龚月桦,李生秀.旱地小麦覆膜的生理生态效应研究进展[J].陕西农业科学,2009,(5):79-82.

[7] 秦 学,曹翠玲,郑险峰,等.不同种植模式对玉米幼苗某些生理特性及产量的影响[J].干旱地区农业研究,2005,13(3):96-99.

[8] 孙继颖,高聚林,王志刚,等.不同覆膜方式对旱作大豆生理特性及水分利用效率的影响[J].大豆科学,2008,27(2):251-254.

[9] 王日升,张 曼,李立志,等.嫁接对西瓜抗性和品质的影响及其机理研究进展[J].长江蔬菜(学术版),2011,(24):1-5.

[10] 徐胜利,陈小青,陈青云.嫁接西瓜植株的生理特性及其抗枯萎病能力[J].中国农学通报,2004,20(2):149-150.

[11] 邹文武,胡美华,汪炳良,等.砧木对嫁接西瓜生长、前期产量及品质的影响[J].浙江农业科学,2010,(4):746-749.

[12] 孟文慧,张 显,罗 婷.嫁接砧木对西瓜果实糖分积累及蔗糖代谢相关酶活性的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2009,37(3):127-132.

[13] 杜军志,张会梅,杨绒会.环境条件对西瓜生长发育的影响[J].中国西瓜甜瓜,2004,(5):15-17.

[14] Kayombo B, Hatibu N, Mahoo H F. Effect of micro-catchment rain water harvesting on yield of maize in a semi-arid area[J]. *Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions*, 2004:29-40.

[15] 王同花,李援农.起垄覆膜沟播对冬小麦土壤水分利用效率及土壤温度的影响[J].中国农村水利水电,2011,(1):46-49.

[16] 白秀梅,卫正新,郭汉清,等.旱地起垄覆膜微集水种植技术的生态效应研究[J].耕作与栽培,2006,(1):8-9,48.

[17] 马忠明,杜少平,薛 亮.不同覆膜方式对旱砂田土壤水热效应及西瓜生长的影响[J].生态学报,2011,31(5):1295-1302.

(上接第 38 页)

### 参 考 文 献:

[1] 董宛麟,张立祯,于 洋,等.农林间作生态系统的资源利用研究进展[J].中国农业大学学报,2011,27(28):1-8.

[2] Pinto L S, Perfecto I, Hernandez J C, et al. Shade effect on coffee production at the northern tzeltal zone of the state of chiapas, mexico [J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2000, 80:61-69.

[3] 杨 波,龚 鹏,车玉红,等.扁桃棉花间作对棉花产量的影响[J].中国农学通报,2009,25(17):93-97.

[4] 宋锋惠,吴正保,史彦江.枣棉间作对棉花产量和光环境的影响[J].新疆农业科学,2011,48(9):1624-1628.

[5] 陈高安,潘存德,王伟伟,等.间作条件下杏树吸收根空间分布特征[J].新疆农业科学,2011,48(5):821-825.

[6] 王 娟,韩登武,任 岗,等.SPAD 值与棉花叶绿素和含氮量关系的研究[J].新疆农业科学,2006,43(3):167-170.

[7] 魏红国,王 飞,张巨松,等.杏棉间作对棉花产量及其构成因素的影响[J].干旱地区农业研究,2011,29(4):214-218.

[8] Thevathasan N V, Gordon A M. Ecology of tree intercropping systems in the north temperate region: Experiences from southern Ontario, Canada[J]. *Agroforestry Systems*, 2004, 61:257-268.

[9] 史彦江,俞 涛,哈地尔·依沙克,等.枣粮(棉)间作系统枣树根系空间分布特征[J].东北林业大学学报,2011,39(10):59-64.

[10] 段云佳,敬 碧,张巨松,等.枣棉间作下不同种植密度对棉花生理特性及产量的影响[J].新疆农业科学,2011,48(8):1373-1378.

[11] 刘瑞显,史 伟,徐立华,等.种植密度对棉花干物质、氮素累积与分配的影响[J].江苏农业学报,2011,27(2):250-257.

[12] 郭仁松,刘 盼,张巨松,等.南疆超高产棉花光合物质生产与分配关系的研究[J].棉花学报,2010,22(5):471-478.