

杏棉间作对棉花产量及其构成因素的影响

魏红国¹,王 飞¹,张巨松¹,王 军¹,曹公利²,敬 碧¹,余永江¹

(1.新疆农业大学教育部棉花工程研究中心,新疆 乌鲁木齐 830052;2.新疆喀什普湖县农技推广中心,新疆 喀什 844000)

摘 要: 在新疆南疆自然生态条件下,研究了杏棉间作对棉花产量及其构成因素的影响。结果表明:间作棉花的 LAI 在整个生育期低于单作,且峰值出现早,后期下降缓慢,比单作低 15.9%;叶片的净光合速率 P_n 与 SPAD 值联系密切,盛花期前叶片的 P_n 、SPAD 值增长快,间作的叶片 P_n 和 SPAD 值均低于单作;间作棉花地上部干物质快速积累持续期比单作少 10.7 d,最大积累时间间作棉花比单作早 4.7 d,最大积累量间作比单作少 0.42 g/(d·株);间作棉花的“三桃”(伏前桃:伏桃:秋桃)比例为 0.14:1:0.14;皮棉产量为 1 395.3 kg/hm²,比单作低 41.2%;经济收入间作比单作高 37.8%。

关键词: 杏棉间作;棉花;干物质;产量

中图分类号: S562.01; S562.047 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)04-0214-05

新疆南疆独特的自然生态环境使得果农复合种植体系已成为主要的农业种植模式,如杏一粮、桃一粮、枣一粮、杏一棉、枣一棉、核桃一棉等复合种植系统^[1],前人研究认为农林间作会影响农作物产量的提高,由于农林间作的树种和农作物类型不同,加之间作模式的差异,不同学者的研究结果有一定的差异^[2],因此,本试验在前人研究的基础上拟探明杏棉间作棉花的产量构成,是新疆环塔里木盆地最优杏农复合种植模式生产的基础。单作条件下肥、水、小气候等条件对棉花生长和产量构成特征已有大量的研究,并得出结论^[3~5]。与此同时,各种农林复合种植系统对粮食作物生长特性及产量的影响也进行了研究,但对杏棉复合种植模式下棉花产量构成特征的研究鲜见报道,为此本试验结合南疆棉区地理、气候环境,通过对杏棉间作模式下棉花的叶面积指数(LAI)、净光合速率(P_n)、SPAD 值、干物质积累、“三桃”比例、经济与生态效益及产量的综合分析,为杏棉间作复合农业生态系统条件下棉花高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2010 年 3~10 月在新疆喀什地区岳普湖县下巴扎乡 7 村 5 组进行。该试验区位于天山南麓,塔里木盆地西部,喀什平原岳普湖三角洲冲积缘的前端,盖孜河流域的最下游,地理位置东经 76°和北纬 38°之间,海拔高度为 1 180~1 225 m,为喀什地

区叶尔羌河、克孜河、盖孜河 3 河同灌县,水资源十分丰富,年光照时间 2 500~3 000 h,全年平均气温 11.7℃,无霜期长达 210~243 d,全年 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 4 102.7℃,年降水量 40.3~89.6 mm,属暖温带大陆性干旱气候。试验地耕层有机质含量 15.64 g/kg,碱解氮 73 mg/kg,速效磷 15.8 mg/kg,速效钾 215 mg/kg。

试验杏树品种为李光杏(*A. vulgaris var. glabra* S. X. Sun),种植方向为南北行向,株行距配置为 6.5 m $\times$ 3 m,杏树树高 4.88 m,冠幅 4.21 m,杏树主干长 0.6 m;棉花以中棉所 49 号为供试材料,4 月 8 日播种,采用幅宽 1.4 m 宽膜覆盖,每膜 4 行,每小区三膜 12 行;株行距配置[(30 cm+40 cm+30 cm)+60 cm] $\times$ 12,理论密度 20.85 万株/hm²,小区面积 6.5 m $\times$ 6 m=39 m²,棉杏行数比例为 6:1,试验间作总面积为 117 m²,667 m² 单作棉田为对照;播前结合整地深施尿素 300 kg/hm²,磷酸二胺 225 kg/hm²,在棉花见花期和盛花期分别追施尿素 150 kg/hm² 和 75 kg/hm²;采用小区漫灌浇水,6 月 28 日浇头水,7 月 11 日第二水,7 月 27 日第三水,8 月底灌末水,其它田间管理参照高产棉田。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 生育进程与农艺性状调查 在小区的东膜、中膜、西膜三个样点,每点选连续 10 株,内外行各 5 株。自三叶期开始调查各处理的生育时期及杏树的物候期,测定各处理在不同生育时期的株高、真叶数、果枝数、叶枝数、出叶速率、现蕾数、成铃数。

收稿日期:2010-11-22

基金项目:国家科技支撑项目“南疆三地州高效现代特色农业关键技术与集成示范”(2009BADA4B01-3)

作者简介:魏红国(1984—),男,甘肃定西人,在读硕士研究生,研究方向为棉花高产栽培生理。E-mail:weihongguo01@126.com。

通讯作者:张巨松(1963—),男,江苏江都人,博士,教授,研究方向为作物高产栽培生理生态。E-mail:songzj3821@yahoo.com.cn。

1.2.2 叶面积指数(LAI)测定 利用 LAI—2000 植物冠层分析仪测定棉花各生育时期 LAI,测小区东膜、中膜、西膜各膜的窄行、宽行、窄行、膜间行 4 个值,重复三次,通过专用计算机软件进行数据处理。

1.2.3 叶片 SPAD 值的测定 利用 SPAD—502 叶绿素仪,在定点的 10 株棉花主茎叶片上测其 SPAD 值,每片叶测三点取平均值。

1.2.4 净光合速率(P_n)的测定 利用 TPS—2 光合仪测定叶片的 P_n ,此仪器可同时测定叶片的同化作用和蒸腾作用,用 CO_2 和 H_2O 浓度差借助计算机软件得出净光合速率、蒸腾速率、气孔导度等光合生理指标。

1.2.5 干物质积累 从三叶期开始,每隔 15 d 从东膜、中膜、西膜各选 6 株棉花分根、茎、叶、蕾、花、铃等器官,于 105°C 杀青半小时, 80°C 下烘至恒重,称干重。并用 Logistic 方程拟合棉花干物质积累变化规律。

1.2.6 “三桃”及产量 在 7 月 15 日、8 月 15 日、9 月 5 日分别测伏前桃、伏桃、秋桃(直径 2 cm 以上为成铃)数量。吐絮后实收小区产量,并选取 50 个吐絮铃测其铃重和衣分。

1.2.7 数据分析 采用 Excel 2007、DPS 9.05 进行分析,方差分析均为 0.05 水平,采用 LSD 法。

2 结果与分析

2.1 间作与单作棉花叶面积指数(LAI)的变化

从图 1 可以看出,间作与单作棉花 LAI 整个生育期呈先增后减的单峰曲线,间作峰值提前,间作峰值为 4.81,单作为 5.72,间作与单作棉花 LAI 在现蕾期前增长缓慢,见花期至盛铃期迅速增长,盛花期至盛铃期稳定在 4.5~5.5,而到见絮期逐渐下降,整个生育期间作棉花的 LAI 均低于单作,结果表明,间作棉花各生育时期的 LAI 为盛蕾期 0.8~1.0,盛花期 2.5~2.9,盛铃期 4.5~4.8,吐絮期 3.2~3.9。

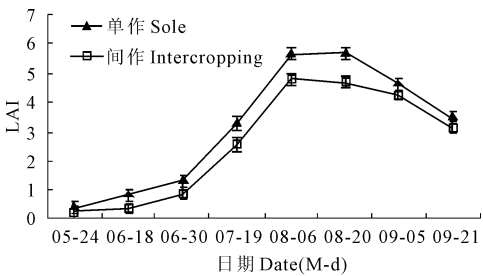


图 1 间作与单作棉花 LAI 动态变化
Fig.1 The dynamic changes of LAI of intercropped and sole cotton

2.2 间作与单作棉花倒 4 叶净光合速率(P_n)的变化

由图 2 可以看出,间作与单作棉花的倒 4 叶 P_n 随生育时期的推移呈单峰曲线,且单作在盛花期达到峰值,为 $31\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,而间作盛花期峰值推迟达 27 d,其峰值为 $26\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$,后期下降速度慢。试验结果表明,间作棉花光合生理指标达到峰值时间推迟,峰值低,持续时间短,不利于光合产物的积累,对后期铃重、产量及品质影响较大。

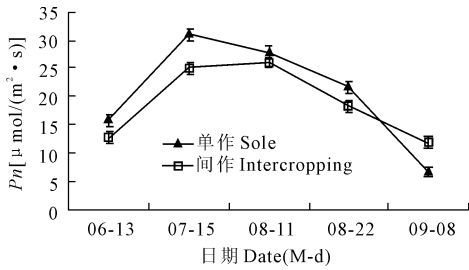


图 2 间作与单作棉花倒 4 叶 P_n 的动态变化
Fig.2 The dynamic changes of fourth leaf from top P_n of intercropped and sole cotton

2.3 间作与单作棉花第五果枝铃对位叶 SPAD 值的变化

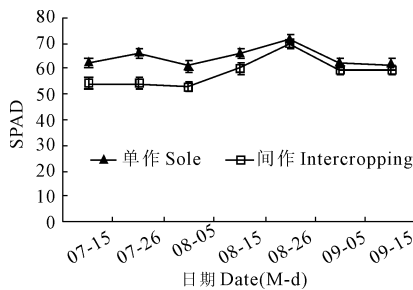


图 3 间作与单作棉花铃对位叶 SPAD 值的动态变化
Fig.3 The dynamic changes of leaf SPAD value of subtending leaf of cotton of intercropped and sole cotton

测其铃对位叶的 SPAD 值,有助于观测棉株长势状况^[6,7],由图 3 可以看出,随着生育进程的推移,单作棉花和间作棉花第五果枝铃对位叶 SPAD 值逐渐增大,而单作棉花在盛花期有一个下降的过程;单作在盛花期有段降低的过程,说明盛花后单作营养生长比生殖生长快,但持续时间不长;单作与间作棉花在生长最旺盛的阶段,第五果枝铃对位叶叶片 SPAD 值保持较高水平,为这一时期叶片光合作用打下基础。已有研究表明在一定范围内随着叶绿素含量增加,净光合速率增加,当超出这个范围随着叶绿素含量继续增加,净光合速率会逐渐降低^[8],试验研究表明间作棉第五果枝铃对位叶 SPAD 值在 50~65 之间,可以看出间作条件下棉株第五果枝铃对

位叶叶片功能较强,是间作产量提高的重要因素之一。

2.4 间作与单作棉花地上部单株干物质积累

由图 4 可以看出,间作与单作棉花单株干物质积累变化在整个生育期呈“S”型曲线(缓慢增长—快速增长—缓慢下降),间作棉花达到最大积累量的时间比单作晚 15 d,且积累的干物质比单作低 31.5%,经方程模拟,相关系数达到极显著水平,由表 1 可知,间作棉花的最大积累时间出现在三叶期后的第 105 天,而单作出现在第 110 天,日最大积累量比单作少 0.42 g/(d·株),快速积累期比单作少 10 d,最大积累日期提前,说明间作积累的干物质少,直接影

响到产量的提高。

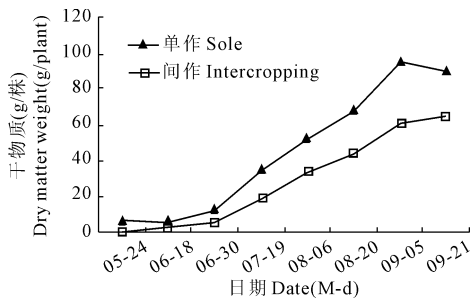


图 4 间作与单作棉花地上部干物质积累的动态变化
Fig.4 The dynamic changes of aboveground dry matter accumulation of intercropped and sole cotton

表 1 间作与单作棉花地上部单株干物质积累方程

Table 1 The equation of aboveground dry matter accumulation of intercropped and sole cotton					
处理 Treatments	方程 Equation	相关系数 Correlation coefficient R^2	t_0 (d)	V_m [g/(d·plant)]	Δ_t (d)
单作 Sole	$Y=111.4721/(1+e^{(5.11-0.05X)})$	0.99	109.96	1.29	56.77
间作 Intercropping	$Y=60.9902/(1+e^{(6.03-0.06X)})$	0.98	105.26	0.87	46.01

注: V_m 日最大积累量; t_0 最大积累时间; Δ_t 快速增长持续期。
Note: V_m , Max daily accumulation; t_0 , Max accumulation time; Δ_t , Duration of fast increase.

2.5 间作与单作棉花“三桃”比例

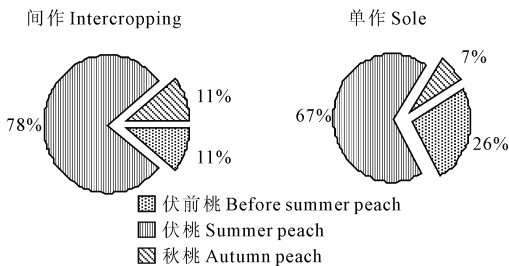


图 5 间作与单作棉花的“三桃”比例比较
Fig.5 The comparison of number and ratio of bolls of intercropped and sole cotton (Pre mid-summer bolls, mid-summer bolls, autumn bolls)

由图 5 可以看出,间作与单作棉花的“三桃”构成比例不同。间作棉花伏桃所占比例较大,为 78%,伏前桃和秋桃均为 11%,其中伏桃比单作高 11%,伏前桃比单作低 15%,秋桃比单作高 4%。间作棉花伏桃所占比例高,但单株结铃数少,且秋桃所占比例高,秋桃比例高表明,在棉花生育后期,因光照时间短,气温低,对产量及品质产生负面影响。三桃比例间作为 0.14:1:0.14,单作为 0.39:1:0.11。

2.6 间作与单作棉花产量及产量构成因素

经方差分析,间作和单作棉花产量构成因素收获株数、成铃数、单铃重、衣分均呈显著差异,而单株结铃数无显著性差异,表明间作对棉花的单株结铃数无显著性影响。由表 2 可以看出,间作棉花的收获株数比单作低 22.4%,单株结铃数均在 5 个左右,衣分间作比单作低 4.3%,皮棉产量比单作低 41.2%。试验结果表明,棉花在间作条件下,收获株数、单铃重、衣分、皮棉产量等均比单作低,且差异显著,棉花在产量形成过程中必须保持一定的收获株数和较高的成铃数、铃重、衣分才能进一步提高产量。

2.7 间作与单作棉花经济与生态效益分析

由表 3 可以看出,杏棉间作条件下,其总收入为 10.67 万元/hm²,而单作总收入仅为 6.64 万元/hm²,间作比单作高 37.8%。间作可以改善作物生长环境,为幼苗生长创造良好的条件,减少阳光的直射,形成良好的农田小气候,防止水土流失和土壤侵蚀,减少雨水对地面的直接冲刷,保持了水土;减少农田害虫数量,减少农药施用量,减轻农产品和土壤污染,使农田生态环境改善。

表 2 间作与单作棉花产量及产量构成因素的比较

处理 Treatments	收获株数 Harvested number of plant per hectare (10 ⁴ plant/hm ²)	单株结铃数 Boll number per plant (个)	成铃数 Number of bolls per hectare (×10 ⁴ 个/hm ²)	单铃重 Boll weight (g)	衣分 Lint percentage (%)	皮棉产量 Lint yield (kg/hm ²)
单作 Sole	18.85a	5.3a	99.91a	5.62a	42.9a	2371.3a
间作 Intercropping	14.63b	4.7a	68.76b	5.25ab	38.6b	1395.3b

表 3 间作与单作棉花经济效益的比较

处理 Treatments	皮棉产量 Lint yield (kg/hm ²)	鲜杏产量 Fresh apricot yield (kg/hm ²)	皮棉价格 Lint price (元/kg)	鲜杏价格 Fresh apricot price (元/kg)	总收入 Total income (万元/hm ²)
间作 Intercropping	1395.3	22500	28	3	10.67
单作 Sole	2371.3	—	28	—	6.64

3 讨论与结论

杏棉间作复合系统在光能利用方面存在着矛盾,表现在树冠对间作棉花冠层光照强度的影响,杏树各生育时期树冠透光率不同,以杏头生长高峰期(棉花盛花期)和果实成熟期(棉花盛铃期)影响最大,树冠透光率分别为 41.3% 和 48.7%^[9]。对棉花的遮阴时间为 145 d,占棉花生育期的 91%^[10]。一方面,杏棉间作改善了田间小气候,起到调节空气温湿度,减少土壤水分的蒸发^[11,12];另一方面杏树与棉花争水争肥的矛盾突出,导致其产量急剧下降^[13],本试验研究结果表明,杏棉间作条件下单株叶面积增长较为缓慢,LAI 在各生育时期均有不同程度的减小,且峰值出现时间推后到盛铃期;生育期内的叶片平均净光合速率 P_n 比单作低,盛铃期前,间作的 P_n 低于单作,盛铃期后,单作的 P_n 比间作下降得更快,说明后期间作棉花贪青晚熟,对产量和品质产生负面影响;单株干物质的最大积累日期推后,日最大积累量少、快速积累持续期短,秋桃比例增加,单株结铃数和单铃重呈现下降,衣分明显降低,最终皮棉产量间作比单作减产 41.2%,但从经济效益分析,其总收入间作比单作高 37.8%,且间作可以改善作物生长环境、防风固沙、减少病虫害等,从而可改变农田小气候,维护区域生态平衡^[2]。

参 考 文 献:

[1] 张玉东,刘春惊,陈瑞萍,等.南疆杏麦复合类型对间作小麦产量及其构成因素的影响[J].干旱地区农业研究,2010,28(4):179—182.

[2] 晁海.杏棉间作系统小气候效应的研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2007.

[3] 杨修.农林复合经营在农村可持续发展中的地位和作用[J].农村生态环境,1996,12(1):37—41.

[4] 张建雄,张保军,陈耀锋,等.南疆杏麦复合系统条件下小麦灌浆期冠层的特性[J].西北农业学报,2010,19(1):76—80.

[5] 李根英,孟庆华,段友臣,等.桃麦间作复合群体中桃树对小麦生长发育的影响[J].山东农业科学,2004,19(2):31—33.

[6] 周治国.苗期遮荫对棉花功能叶光合特性和光合产物代谢的影响[J].作物学报,2001,27(6):968—973.

[7] 屈卫群,王绍华,陈兵林,等.棉花主茎叶 SPAD 值与氮素营养诊断研究[J].作物学报,2007,33(6):1010—1017.

[8] 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.

[9] Sassenrath-Cole W T. Environmental effects on cotton fibre carbohydrate concentration and quality [J]. Crop Sci.,2001,41:1108—1113.

[10] Smith D M, Jarvis P G. Physiological and environmental control of transpiration by trees in windbreaks [J]. Forestry Ecology and Management, 1998,105(3):159—173.

[11] 张培通,徐立华,杨长琴,等.施氮量对科棉 3 号干物质积累及分配、产量和纤维品质的效应[J].棉花学报,2008,20(4):295—299.

[12] 卢琦,阳含熙,慈龙骏,等.农桐间作系统辐射传输对农作物产量和品质的影响[J].生态学报,1997,17(1):36—44.

[13] 李芳东,傅大立,王保平,等.桐麦间作系统辐射光谱成分变化规律的研究[J].生态学报,2000,20(1):109—117.

Study on cotton yield and components in apricot-cotton intercropping system

WEI Hong-guo¹, WANG Fei¹, ZHANG Ju-song¹, WANG Jun¹,
CAO Gong-hi², JING Bi¹, YU Yong-jiang¹

(1. Research Center of Cotton Engineering, Ministry of Education, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;
2. Center of Agricultural Technique Extension of Puhu County, Kashi, Kashi, Xinjiang 844000, China)

Abstract : Under the natural environment in south Xinjiang , we studied the effect of apricot-cotton intercropping on cotton yield and yield components , aimed at providing the theoretical basis for efficient cultivation technology of cotton in the apricot-cotton intercropping system . The results showed : The LAI of intercropped cotton was lower than that of sole cotton through the whole growth stage , and the peak of LAI appeared earlier and LAI of intercropped cotton decreased slowly at the later stage , and was lower than that of sole cotton by 15 .9% ; There was a close relation between leaf *Pn* and its SPAD value , before peak flowering , both the leaf *Pn* of intercropped cotton and sole cotton increased fast and so was the leaf SPAD value , but both of which were lower than that of sole cotton ; The fast accumulating period of dry matter above ground of intercropped cotton was shorter than that of the sole cotton by 10 .7 days , and the max dry matter accumulation time of intercropped cotton appeared earlier than that of sole cotton by 4 .7 days , and the max dry matter accumulation amount was less than that of the sole cotton by 0 .42 g per plant ; The ratio of the three kinds of bolls of intercropped cotton was 0 .14:1:0 .14 , and the lint yield was 1 395 .3 kg /hm² lower than that of the sole cotton by 41 .2% ; The economic income of intercropped cotton is higher than that of the sole cotton by 37 .8% .

Keywords : apricot-cotton intercropping ; cotton ; dry matter ; yield

(上接第 213 页)

Analysis of grey correlation between conservation tillage modes
and corn yield and soil physiochemical properties

ZHAO Fan¹, HE Xiu-yun¹, SHEN Yu-mei¹, NIU Jian-biao¹, LI Jian-ping², LI Sheng-ke¹, ZHANG Ji-zu¹
(1. Agricultural Extension Center of Yuzhong County, Yuzhong, Gansu 730100, China;
2. Farm Machinery Administration Station of Yuzhong County, Yuzhong, Gansu 730100, China)

Abstract : Through continious experiments of conservation tillage of returning corn stalk to field in arid areas of central Gansu , study was conducted on gray relativity between corn yield and the lasting years of the tillage and soil physiochemical properties , and regression analysis was also made of fertility factors which had high degree of correlation with soil organic matter . The results showed that 2~6 year conservation tillage could increase corn yield by 2 .63% ~ 6 .08% . The order of degree of correlation between soil physiochemical properties and yield increase is organic matter (0 .7456) > total N (0 .706) > available K (0 .6495) > available N (0 .5977) > available P (0 .5712) > pH (0 .5134) . The content of soil organic matter tended to increas with the elongation of tillage years , with an annual increase of 3 .894% . The content of organic matter had high degree of grey correlation and positive relation with available K , available P , available Zn and availabe Cu . Returning corn stalk to field , the conservation tillage helped increase the content of organic matter in soil , which had significant effect on improving soil fertility and maintaining high and stable yield of crops .

Keywords : returning stalk to field ; conservation tillage ; soil physiochemical properties ; organic matter ; analysis of grey correlation