

玉/豆套作模式下玉米播期与密度对大豆农艺性状及产量的影响

雍太文¹, 杨文钰¹, 向达兵¹, 张亚飞¹, 徐礼华²

(¹四川农业大学农学院, 四川 雅安 625014; ²四川省自贡市农业技术推广中心, 四川 自贡 643000)

摘要:为完善“麦/玉/豆”新三熟模式的配套栽培技术, 寻求玉豆套作体系下获取玉米、大豆共同高产的最佳玉米播期和密度; 通过大田试验, 采用玉米播期与密度二因素裂区设计, 研究了不同玉米群体对玉/豆模式下大豆农艺性状及产量的影响。结果表明: 玉米适当晚播(3月26日~4月5日)和密植(4.8~6万株·hm⁻²)有利于玉米产量的提高; 玉米早播(3月6日)与稀植(3.6万株·hm⁻²)能降低大豆株高、增加茎粗、缩短结荚高度、增加分枝数, 提高20 cm~60 cm层分枝荚数、粒数和60 cm以上层主茎荚数与粒数, 比晚播(4月15日)处理增产40.42%, 比高密度(6万株·hm⁻²)处理增产35.79%; 玉米适当早播(3月6日~3月26日)和适度密植(4.8万株·hm⁻²)有利于玉豆套作体系总产量和总产值的提高。

关键词:玉米; 大豆; 套作; 产量; 农艺性状

中图分类号: S565.1; S344.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-9841(2009)03-0439-06

Effect of Maize Sowing Time and Density on the Agronomic Characters and Yield of Soybean in Relay-planting System of Maize and Soybean

YONG Tai-wen¹, YANG Wen-yu¹, XIANG Da-bing¹, ZHANG Ya-fei¹, XU Li-hua²

(¹College of Agronomy, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014; ²Zigong General Popularization Centre of Agricultural Technique, Zigong 643000, Sichuan, China)

Abstract: The relay-sowing system of “wheat/maize/soybean” is a new cultivation technique in hilly area of southwest China. Field experiments were conducted to determine the optimal sowing time and sowing density that benefit for both height yield of maize and soybean under relay-sowing system of maize and soybean. Split plot design were adopted, with maize sowing time (from March 16 to April 15) as main plots, sowing density (from 3.6×10^4 plant · ha⁻¹ to 6.0×10^4 plant · ha⁻¹) as sub-plots. Soybean were planted on June 10 under the density of 13.78 plant · ha⁻¹. The agronomic traits of plant height, stem diameter, height of lowest pod and branch number, and yield components of soybean were determined after harvest. The results indicated that it was benefit to improve the yield of maize with properly late sowing (from March 26 to April 5) and high sowing density (from 4.8×10^4 plant · ha⁻¹ to 6×10^4 plant · ha⁻¹). With early sowing (March 6) and low sowing density (3.6×10^4 plant · ha⁻¹) of maize, plant height of soybean reduced, stem diameter and branches increased, height of lowest pod shortened, pods and seeds in the height between 20 cm and 60 cm of branch increased, and pods and seeds over 60 cm of main stem also increased. In comparison with late sowing (April 15) and high sowing density (6×10^4 plant · ha⁻¹), the yield of soybean under early sowing and low sowing density of maize increased by 40.42% and 35.79%, respectively. It was beneficial to improve the total yield and output value in relay-sowing system of maize and soybean with properly early sowing (from March 26 to April 5) and high sowing density (4.8×10^4 plant · ha⁻¹).

Key words: Maize; Soybean; Relay-sowing; Yield; Agronomic character

近几十年来, 随着资源、环境、粮食等全球性问题的严峻挑战, 间套作再次引起世界科学家的关注, 旱地新三熟“麦/玉/豆”模式就是针对我国西南丘

陵、山区的自然特点和社会需求, 为适应新时期下农民对新的生产技术的要求和农业增收增效的需要而提出^[1-2]。大豆作为该模式增收增效和改善土壤环

收稿日期: 2009-01-06

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(nyhyzx07-004-10); 国家粮食丰产科技工程专项资助项目(2006BAD02A05)。

作者简介: 雍太文(1976-)男, 讲师, 博士, 现主要从事多熟套作种植体系营养竞争及作物高产、高效研究。E-mail: yongtaiwen@sicau.edu.cn。

通讯作者: 杨文钰, 教授, 博士生导师。E-mail: wenyu.yang@263.net。

境的核心作物,在套作体系中因受玉米高大植株对光照、水分、养分的竞争而处于生长劣势,如何协调大豆玉米的良好生长,成为该模式周年效益提高的关键。已有研究表明,在间套作体系中,通过调节共生群体的植株形态、株叶性状、品种组合、行穴配置等途径可有效改善玉米对大豆的荫蔽作用,提高玉米、大豆的养分吸收利用能力,达到玉豆间作体系的群体协调效果,实现增产增收^[3-8]。但以往的这些研究主要是针对玉豆间作体系,对玉豆套作体系尚未涉及。通过调节玉米的播期和密度,研究玉米不同时空配置后对大豆农艺性状和产量的影响,以寻求玉米、大豆共同高产的最佳玉米播期和密度,为完善“麦/玉/豆”新模式的配套技术及推广提供重要的理论依据和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试玉米品种为川单 23 号,大豆品种为贡选 1 号。试验于 2007 年 3 月至 10 月在四川农业大学教学农场进行。

1.2 试验设计

采用玉米播期与密度两因素裂区设计,玉米播期(A)为主处理,设四个水平(A1:3月16日;A2:3月26日;A3:4月5日;A4:4月15日),玉米密度(B)为副处理,设三个水平(B1:3.6万株·hm⁻²;B2:4.8万株·hm⁻²;B3:6万株·hm⁻²),每个处理重复三次。带宽2m,玉米大豆幅宽各占1m,小区面积5m×4m。玉米每幅播两行,行距50cm,穴距分别为53.4cm、38.1cm、29.6cm;底肥施尿素330kg·hm⁻²、过磷酸钙750kg·hm⁻²和氯化钾150kg·hm⁻²,在大喇叭口期追施330kg·hm⁻²尿素。大豆每幅播三行,行距33.3cm,穴距33.3cm,穴留3株,密度为13.779万株·hm⁻²,6月10日播种;底肥施尿素75kg·hm⁻²、过磷酸钙450kg·hm⁻²、氯化钾60kg·hm⁻²,初花期雨后撒尿素45kg·hm⁻²。

1.3 调查测定项目

1.3.1 玉米、大豆生育时期记载。

1.3.2 玉米成熟时每个处理选其中一幅连续取10株进行考种;另一幅实收测产。

1.3.3 大豆成熟时每个处理选其中一幅连续取10株(两边行各取3株,中行取4株)进行考种,调查株高、茎粗、结荚高度、分枝数等农艺性状,调查每株荚数、粒数和百粒重等产量构成因素,调查每20cm

株高的荚数、粒数和粒重等产量构成的层高分布。

2 结果与分析

2.1 对玉米产量的影响

玉米不同播期与密度处理对玉米产量有显著影响(表1)。不同播期与不同密度间产量差异均达极显著水平,播期过早和过迟均不利玉米产量的提高,以A2(3月26日)处理产量最高,达5815.88kg·hm⁻²,比最低的A4处理高11.18%。增加密度有利于玉米产量的提高,但不同播期下各密度间的变化规律不一致,早播(A1、A2)时,密度过高和过低均不利玉米产量的提高,以B2处理产量最高,极显著高于B1与B3处理;迟播(A3、A4)时,随着密度的增加产量逐渐增加,以B3处理产量最高。播期与密度互作处理间差异显著,以A3B3处理产量最高,达6600.82kg·hm⁻²,比最低的A4B1处理高56.15%。

表1 玉米不同播期和密度对玉米产量的影响

Table 1 Effect of maize sowing time and density on yield of maize/kg·hm⁻²

处理 Treatments	B1	B2	B3	AVG
A1	5024.33Bb	6145.57Aa	5566.8ABb	5578.90AaB
A2	5351.63Bb	6178.05Aa	5917.95AaBb	5815.88Aa
A3	4311.67Bc	5927.02Ab	6600.82Aa	5613.17AaB
A4	4227.15Cc	5204.25Bb	6261.6Aa	5231.00Bb
AVG	4728.69Bb	5863.73Aa	6086.79Aa	

表中数据为3次平均值。同一行中不同大小写字母分别表示差异达1%和5%显著水平(下同)。

Data is mean of three replications. Values followed by a different lower-case or capital letter within each row are significantly different at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively (the same as below).

2.2 对大豆农艺性状的影响

玉米播期与密度对大豆株高有一定影响,但差异不显著,最高为A4B1处理达70.1cm,最低为A2B1处理达60.7cm。大豆株高与玉米产量呈负相关($r = -0.414$),即玉米产量的增加限制了大豆的生长,但高密度下由于玉米的荫蔽,大豆纵向生长加强,使大豆株高呈增加趋势。各播期间,在玉米中低密度水平下,玉米产量较高的A2播期大豆株高相对较低,而玉米产量较低的A4播期大豆株高相对较高,分别比A2播期下中低密度处理高5.17%和15.49%,高密度水平下,则变化规律相反;各密度间,除A4播期下大豆株高随玉米密度增加而降低外,其它播期下大豆株高均随密度的增加而增加,

B3 较 B1 分别增加 2.86%、11.2% 和 2.95%。

从大豆茎粗来看,随玉米播期的推迟和密度的增加,大豆茎粗呈减小趋势(图 1),即玉米适当早播和稀植有利于大豆茎粗增加,增强其抗倒伏能力。以 A1B1 茎粗最高,比最低的 A4B3 处理高 24.39%。

各播期下,随密度增加,结荚高度呈增高趋势(图 1),达 4%~13.15%,以 A2 播期下增高幅度最

大;各密度下,除 A1 播期外,随播期推迟,结荚高度呈增高趋势,玉米产量较高的 A2 播期结荚高度最低,玉米产量较低的 A4 播期结荚高度最高,比 A2 高 2.9%~5.4%。

随玉米播期的推迟和密度的增大,大豆分枝数逐渐减少(图 1),以玉米早播(A1)和低密度(B1)分枝数最高,各播期下密度间的变化规律比较一致。

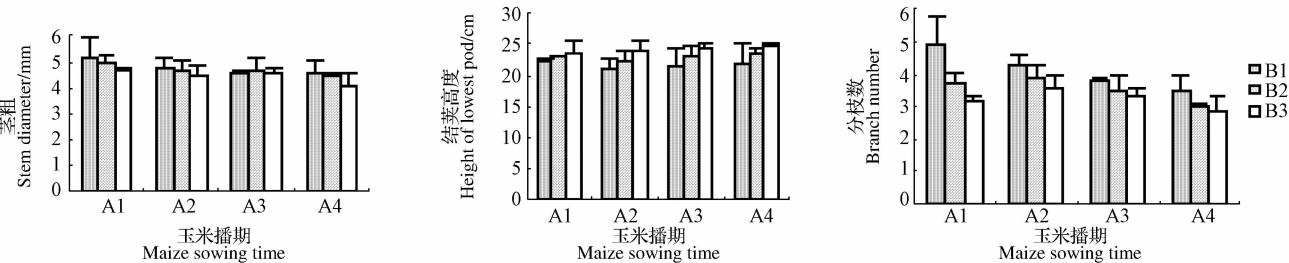


图 1 玉米播期与密度对大豆茎粗、结荚高度和分枝数的影响

Fig. 1 Effect of maize sowing time and density on stem diameter and legume height and branch number of soybean

2.3 对大豆产量及产量构成的影响

玉米不同播期与密度对大豆产量有极显著影响(表 2)。随玉米播期的推迟和密度的增加,大豆产量呈降低趋势,各播期间以 A1(3 月 16 日)处理产量最高,比最低的 A4 处理高 40.42%,比玉米产量最高的 A2 处理高 33.27%;各密度间产量变化规律与玉米相反,以低密度 B1 处理产量最高,比玉米产量最高的 B3 处理高 35.79%;各播期下,各密度间的变化规律除 A3 播期以中密度 B2 处理下大豆产量较高外,其它播期下均随密度增加,产量降低,且玉米播期越早大豆增产效果越明显,A1、A2、A4 播期下的 B1 处理较 B3 处理分别高 70.17%、43.52%、32.82%。玉米播期与密度互作处理间差异显著,以 A1B1 处理产量最高,达 2 173.64 kg·hm⁻²,比产量最低的 A2B3 处理高 1.16 倍,其次为 A1B2 处理。

表 2 玉米不同播期和密度对大豆产量的影响

Table 2 Effect of maize sowing time and density on yield of soybean/kg·hm⁻²

处理 Treatments	B1	B2	B3	AVG
A1	2173.64Aa	1506.04Bb	1277.32Bb	1652.33Aa
A2	1442.66a	1271.8ab	1005.18b	1239.88Bbc
A3	1365.50	1420.62	1363.44	1383.18ABb
A4	1379.97	1111.27	1038.94	1176.73Bc
AVG	1590.44Aa	1327.43Bb	1171.22Bb	

从表 3 可以看出,大豆单株荚数随播期推迟和

密度增加均呈降低趋势,各处理间差异达极显著水平。播期间以 A1 处理大豆单株荚数最高,极显著高于玉米产量最高和最低的 A2 与 A4 处理,各密度间以 B1 处理大豆单株荚数最高,比密度最高的 B3 处理高 33.56%;各播期下,各密度间大豆单株荚数的变化规律与大豆产量一致。玉米播期与密度对大豆荚粒数有一定影响,但差异不显著,播期间以 A3 处理最高,其次为 A1 处理,玉米产量最高的 A2 处理与最低的 A4 处理大豆荚粒数相对较低,比 A3 处理低 4.02%、5.75%;随玉米密度增加大豆荚粒数减少,但降低幅度不大,仅为 2.35%;各播期下,各密度间的大豆荚粒数变化规律不一致,晚播(A4)时,随玉米密度增加大豆荚粒数降低,以低密度 B1 处理最高,早播(A1、A2、A3)时,适当增加密度有利于荚粒数的形成,A1、A2 播期下,以中密度 B2 处理最高,A3 播期下以高密度 B3 处理最高。玉米播期与密度对大豆百粒重影响不大,各播期间以玉米产量最高的 A2 处理大豆百粒重最低,以玉米产量最低的 A4 处理百粒重最高,但差异仅为 2.76%;低密度虽有利于百粒重的增加,但效果不是很明显,B1 处理仅比 B2 处理高 2.33%;各播期下各密度间的大豆百粒重除 A3 处理以低密度最高外,其它播期下适当增加密度有利于百粒重的增加,且播期越迟,玉米密度要求越高,A1 播期以 B2 处理最高,A2、A4 播期以 B3 处理最高。

表 3 玉米不同播期和密度对大豆产量构成的影响

Table 3 Effect of maize sowing time and density on yield component of soybean

处理 Treatments	单株结荚数 Pods per plant				荚粒数 Seeds per pod				百粒重 Weight of 100-seed/g			
	B1	B2	B3	AVG	B1	B2	B3	AVG	B1	B2	B3	AVG
A ₁	46.25Aa	27.91Bb	25.16Bb	33.11Aa	1.59	1.79	1.69	1.69	21.5	22.34	21.81	21.88
A ₂	29.34	25.17	21.08	25.20Bb	1.69	1.72	1.61	1.67	21.09	21.42	21.63	21.38
A ₃	24.50	29.92	26.99	27.14ABb	1.77	1.64	1.81	1.74	22.87a	21.07ab	20.43b	21.45
A ₄	26.00	23.92	21.17	23.70Bb	1.76	1.61	1.55	1.64	22.23	20.87	22.81	21.97
AVG	31.52Aa	26.73ABb	23.60Bb		1.7	1.69	1.66		21.92	21.42	21.67	

进一步分析大豆荚数与粒数构成可以看出(表 4、表 5),大豆的分枝荚数和粒数占据大豆荚数与粒数的主体,远高于大豆的主茎荚数与粒数,分枝荚数与粒数受玉米播期与密度的影响规律与大豆主茎荚数、粒数一致,即随着玉米播期的推迟和密度的增

加,大豆分枝荚数和粒数显著降低。因此,玉米播期与密度对大豆产量的影响实质是随着玉米播期的推迟(玉豆共生期延长)和密度的增加,降低了大豆的通风透光效果,使大豆分枝数减少、分枝荚数和粒数显著降低,继而产量下降。

表 4 玉米不同播期和密度对大豆分枝荚数与主茎荚数的影响

Table 4 Effect of maize sowing time and density on branch pods and main stem pods of soybean

处理 Treatments	分枝荚数 Branch pods				主茎荚数 Main stem pods			
	B1	B2	B3	AVG	B1	B2	B3	AVG
A1	30.55Aa	19.15Bb	18.25Bb	22.65Aa	15.70	8.76	6.92	10.46
A2	20.4Aa	15.00Bb	13.25Bb	16.22Bb	8.94	10.17	7.83	8.98
A3	16.30	16.75	16.45	16.50Bb	8.20	13.17	10.55	10.64
A4	15.75	15.25	13.35	14.78Bb	10.25	8.67	7.82	8.91
AVG	20.75Aa	16.54Bb	15.33Bb		10.77	10.19	8.28	

表 5 玉米不同播期和密度对大豆分枝粒数与主茎粒数的影响

Table 5 Effect of maize sowing time and density on branch seeds and main stem seeds of soybean

处理 Treatments	分枝粒数 Branch seeds				主茎粒数 Main stem seeds			
	B1	B2	B3	AVG	B1	B2	B3	AVG
A1	50.85Aa	31.65Bb	32.75Bb	38.42Aa	22.50a	17.25ab	9.76b	16.50
A2	36.90Aa	27.25Bb	22.75Bb	28.97Bb	12.75	15.94	11.06	13.25
A3	28.45	29.25	29.60	29.10Bb	14.91	19.66	18.84	17.80
A4	29.05	26.75	24.35	26.72Bb	16.14	11.59	8.83	12.19
AVG	36.31Aa	28.73Bb	27.36Bb		16.57	16.11	12.12	

2.4 对大豆产量垂直分布的影响

由表 6 可以看出,玉米不同播期与密度改变了大豆各层高(20 cm)下的荚数、粒数与粒重分布。各处理下,以 20~40 cm 层大豆荚数、粒数和粒重最高,其次为 40~60 cm 层;早播(A1)不仅提高了中层(20~60 cm)荚数、粒数和粒重,更有利于大豆高层(60 cm 以上)荚数、粒数和粒重的形成,分别比同层高的晚播处理高 2.21 倍、2.47 倍、1.85 倍;晚播(A4)虽提高了低层(0~20 cm)荚数、粒数和粒重,比同层高的早播处理高 21.88%、108.2%、76.09%,但显著降低了中层(20~60 cm)荚数、粒数和粒重,不利产量的形成。20 cm 以上各层高的

大豆荚数、粒数和粒重随密度增加而降低,且层高越高,降低趋势越明显;0~20 cm 层,大豆荚数、粒数和粒重随密度增加而增加;就是说,玉米适当稀植不仅提高了中层荚数、粒数和粒重,更有利于高层荚数、粒数和粒重的形成,分别比高密度(B3)高 1.05 倍、1.38 倍、1.52 倍,玉米高密度虽能提高低层荚数、粒数和粒重,但显著降低了中、高层的荚数、粒数与粒重,不利大豆产量的形成。

2.5 玉米与大豆的总产量和总产值分析

从表 7 可以看出,玉米不同播期与密度对玉米、大豆总产量和总产值有显著影响。从总产量来看,随播期推迟,总产量呈降低趋势,A1 比 A4 高

72.85%;随密度增加,总产量呈增加趋势,B3比B1高14.86%;各播期下各密度间的变化规律不一致,早播(A1、A2)以中密度(B2)总产量最高,晚播(A3、A4)以高密度(B3)总产量最高;玉米播期与密度互作对总产量影响显著,以A3B3处理最高,总产量达7964.26 kg·hm⁻²,其次为A1B2,分别比最低的A4B1处理高42.04%和36.46%。从总产值来看,播期间变化规律与大豆一致,以大豆产量最高的A1播期总产值最高,比玉米产量最高的A2播期高7.24%;密度过高和过低均不利总产值的提高,以中密度(B2)最高,分别比B1、B3高7.51%和1.13%;不同播期下不同密度间的总产值变化规律不一致,随播期的推迟,适当增加密度有利总产值的提高,A1播期以低密度(B1)最高,A2播期以中密度(B2)最高,A3、A4播期以高密度(B3)最高;播期与密度互作对总产值影响显著,以A1B1处理最高,总产值达14656.39元·hm⁻²,其次为A3B3和A1B2,分别比最低的A4B1处理高34.3%、33.24%和30.9%。

表6 玉米不同播期和密度下大豆产量构成的垂直分布

Table 6 Vertical distribution of soybean yield component under different treatments

层高 Layer high	处理 Treatments	荚数 Effective pods per 20 cm layer/pods·20 cm ⁻¹				粒数 Effective seeds per 20 cm layer/seeds·20 cm ⁻¹				粒重 Effective seeds weight per 20 cm layer/g·20 cm ⁻¹			
		B1	B2	B3	平均 Mean	B1	B2	B3	平均 Mean	B1	B2	B3	平均 Mean
0~20 cm	A1	0.75	1.33	1.75	1.28	1.17	1.92	2.75	1.95	0.22	0.51	0.67	0.46ab
	A2	1.09	1.25	2.00	1.45	2.09	3.50	1.84	2.47	0.48	0.76	0.40	0.54ab
	A3	0.25	0.67	0.67	0.53	0.25	1.17	1.25	0.89	0.06	0.24	0.20	0.17b
	A4	1.59	1.00	2.09	1.56	6.92	1.84	3.42	4.06	1.26	0.38	0.80	0.81a
	平均 Mean	0.92	1.25	1.44		2.60	2.11	2.31		0.50	0.47	0.52	
20~40 cm	A1	21.50a	14.00b	14.42b	16.64	33.75	24.59	24.17	27.50a	7.33	5.44	5.22	5.99a
	A2	17.34	11.58	11.08	13.33	31.25a	20.00b	17.50b	22.92ab	6.65a	4.25b	3.83b	4.91ab
	A3	13.59	14.75	15.42	14.58	23.67	23.92	27.58	25.06ab	5.14	5.14	5.71	5.33ab
	A4	13.67	13.42	11.92	13.00	22.00	21.25	18.00	20.42b	5.14	4.39	4.03	4.52b
	平均 Mean	16.52	13.44	13.21		27.67a	22.44b	21.81b		6.06a	4.80b	4.69b	
40~60 cm	A1	18.00Aa	9.67Bb	9.00Bb	12.22Aa	26.42Aa	16.42Bb	15.59Bb	19.47Aa	5.88Aa	3.53Bb	3.39Bb	4.27Aa
	A2	10.34	10.34	7.09	9.25ABb	15.58ab	17.34a	11.50b	14.81Bbc	3.18ab	3.80a	2.43b	3.14Bbc
	A3	8.17ab	12.00a	7.92b	9.36ABb	14.75	15.25	19.34	16.45AaBb	3.34	3.95	3.02	3.44ABb
	A4	8.75	8.92	6.83	8.17Bb	12.58	14.17	11.00	12.58Bc	2.70	3.04	2.52	2.75Bc
	平均 Mean	11.32Aa	10.23AaB	7.71Bb		17.33Aa	16.81AaB	13.33Bb		3.78Aa	3.58AaB	2.84Bb	
60 cm 以上	A1	6.00a	2.92ab	0.42b	3.11	12.08a	5.92b	0.75c	6.25a	2.35a	1.46ab	0.12b	1.31a
	A2	0.59	1.25	1.67	1.17	0.75	2.25	3.00	2.00b	0.17	0.43	0.64	0.41ab
	A3	2.50	2.50	3.00	2.67	4.67	4.50	4.34	4.50ab	1.38	0.99	0.97	1.11b
	A4	2.00	0.59	0.34	0.97	3.58	1.08	0.75	1.80b	0.92	0.26	0.19	0.46b
	平均 Mean	2.77	1.81	1.35		5.27	3.44	2.21		1.21a	0.78ab	0.48b	

表7 玉米不同播期和密度对玉米、大豆总产量和总产值的影响

Table 7 Effect of maize sowing time and density on total yield and total production value

处理 Treatments	总产量 Total yield/kg·hm ⁻²				总产值 Total production value/yuan·hm ⁻²			
	B1	B2	B3	平均 Mean	B1	B2	B3	平均 Mean
A1	7197.96ab	7651.62a	6844.11b	7231.23Aa	14656.39Aa	14284.75AaB	12664.85Bb	13868.66Aa
A2	6794.29b	7449.85a	6923.13ab	7055.76Aa	12853.83	13594.87	12349.19	12932.63Ab
A3	5677.17Bb	7347.64Aa	7964.26Aa	6996.36Aa	10998.08Bb	13676.04Aa	14539.74Aa	13071.28Ab
A4	5607.12Bc	6315.52Bb	7300.54Aa	6407.73Bb	10912.79Bb	11578.21AbB	12988.52Aa	11826.51Bc
平均 Mean	6319.13Bb	7191.16Aa	7258.01Aa		12355.27Bb	13283.47Aa	13135.57AaB	

3 结论与讨论

前人研究表明,在玉米和大豆间作体系中,玉米和大豆间既存在光互补又有光竞争,大豆主要受玉米遮光影响而使自身光合能力减弱、生长不良,模拟遮光^[9-10]和玉米对大豆遮光^[11]均对大豆产生不良影响。林绍森等^[3-4]通过玉米密度、行距、穴距的变化和玉米组合及其株叶性状的调整,有效改善了间作大豆的受光条件,减轻了玉米对大豆的遮荫效果。

结果表明:在玉豆套作体系下,通过调节玉米播期和密度能减缓玉米对大豆的光抑制效果,实现全年增产。玉米适当晚播(3月26日~4月5日)和密植(4.8~6万株·hm⁻²)虽有利于玉米产量的提高,但会抑制大豆的生长发育,表现为A2播期(3月26日)下大豆产量降低,且随着播期推迟和密度增大,玉米与大豆共生期延长,光抑制时间加长,群体密度加大,光从玉米高层向大豆低层透光量降低,阻碍了大豆正常的光合生产与物质积累,表现在大豆株高变高,茎秆变细,第一结荚位点高度变长,分枝减少。相反,玉米早播(3月6日)与稀植(3.6万株·hm⁻²)则能缩短共生期,改善大豆植株农艺性状,在适当荫蔽条件下,通过自身调节与恢复功能,促进横向生长,在显著提高20 cm~60 cm层分枝荚数、粒数的同时,还提高了主茎60 cm以上层的结荚与结实能力,最终表现为单株荚数、粒数和粒重的增加,实现大豆增产。

从玉米与大豆共生体系协调生长和全年增产增收的角度来考虑,玉豆套作体系下玉米应适当早播和适度密植,即在3月6日~3月26日播种,密度为4.8万株·hm⁻²的条件下种植玉米有利于玉豆套作体系总产量和总产值的提高。

参考文献

- [1] 杨文钰,雍太文,任万军,等. 发展套作大豆,振兴大豆产业[J]. 大豆科学,2008,27(1):1-7. (Yang W Y, Yang T W, Ren W J, et al. Develop relay-sowing soybean, revitalize soybean industry[J]. Soybean Science, 2008, 27(1):1-7.)
- [2] 雍太文,任万军,杨文钰,等. 旱地新三熟“麦/玉/豆”模式的内涵、特点及栽培技术[J]. 耕作与栽培,2006(6):48-50. (Yong T W, Ren W J, Yang W Y, et al. Meaning and characteristic and cultivation technique of “wheat/maize/soybean” [J]. Tillage and Cultivation, 2006(6):78-81.)
- [3] 唐永金,林绍森. 玉米组合及其株叶性状对间穴大豆的影响[J]. 大豆科学,2007,26(3):363-368. (Tang Y J, Lin S S. Effects of corn hybrids and their plant and leaf characters on intercropped soybean[J]. Soybean Science, 2007, 26(3):363-368.)
- [4] 林绍森,唐永金. 玉米密度、行距和穴距对间作大豆光合速率的效应分析[J]. 大豆科学,2007,26(2):149-153. (Lin S S, Effects of density, row spacing and hole spacing of maize on intercropped soybean's photosynthetic rates[J]. Soybean Science, 2007, 26(2):149-153.)
- [5] 高阳,段爱旺,刘祖贵,等. 玉米和大豆条带间作模式下的光环境特性[J]. 应用生态学报,2008,19(6):1248-1254. (Gao Y, Duan A W, Liu Z G, et al. Light environment characteristics in maize-soybean strip intercropping system[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(6):1248-1254.)
- [6] 冷志杰,贝丽霞,徐中儒,等. 不同熟期大豆、玉米间作的产量产值数学模型的建立[J]. 吉林农业大学学报,1998,(1):16-19. (Leng Z J, Bei L X, Xu Z R, et al. The mathematical models of yield and output value of intercrop corn and soybean[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 1998, (1):16-19.)
- [7] 宋日,牟瑛,王玉兰,等. 玉米、大豆间作对两种作物根系形态特征的影响[J]. 东北师大学报自然科学版,2004,34(3):83-84. (Song R, Mu Y, Wang Y L, et al. Effects of intercropping of maize and soybean on the morphological character of roots[J]. Journal of Northeast Normal University (Natural Science Edition), 2004, 34(3):83-84.)
- [8] 刘均霞,陆引盟,远红伟,等. 玉米/大豆间作条件下养分的高效利用机理[J]. 山地农业生物学报,2007,26(2):105-109. (Liu J X, Lu Y G, Yuan H W, et al. Studies on the efficient use of nutrients in maize/soybean intercropping[J]. Journal of Mountain Agriculture and Biology, 2007, 26(2):105-109.)
- [9] Umezaki T, Yoshida T. Effect of shading on late maturing soybean [J]. Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University, 1992, 36:262-272.
- [10] Krishna Sharma, Neelu Walia, Sharma K, et al. Growth and yield of soybean *Glycine max* (L) Merrill, as influenced by light intensity and cytokinin [J]. Environment and Ecology, 1996, 14 (2) 307-310.
- [11] 陈怀株,孙祖东,杨怀臻,等. 荫蔽对大豆主要性状的影响及大豆耐荫性鉴定方法研究初报[J]. 中国油料作物学报,2003,25(4):78-82. (Chen H Z, Sun Z D, Yang H Z, et al. Effect of shading on major characters of soybean and preliminary study on the identification method of soybean shade endurance [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2003, 25(4):78-82.)