



不同行比配置和玉米株型对玉米大豆间种产量及效益影响

汤复跃, 陈文杰, 韦清源, 郭小红, 梁江, 陈渊

(广西农业科学院 经济作物研究所/国家大豆产业技术体系南宁综合试验站, 广西 南宁 530007)

摘要: 为了给“春玉米 || 春大豆/夏大豆”持续高产的生产目标提供理论和技术依据, 采用不同玉米株型和不同玉米、大豆行比配置双因素随机区组设计, 以大豆单作(SS)和玉米单作(MM)为对照, 通过土地当量比(LE_R)、间作当量(IE)、群体产量等不同量化指标对不同行比配置和玉米株型对玉米大豆间种产量及效益进行评定。结果表明: “玉米 || 大豆”不同行比及玉米株型配置处理, 均表现为玉米竞争力强于大豆, 群体玉米和大豆产量都显著低于单作, 群体总产量显著高于单作。群体总 LE_R、产量间作当量和产值间作当量(IE)值分别为 1.32 ~ 1.43、1.90 ~ 2.18 和 1.27 ~ 1.36, 即单作需增加 32% ~ 43% 土地面积才能达到与间作同等的籽粒产量, 同时单位面积产量、产值分别较单作提高了 1.90 ~ 2.18 倍和 1.27 ~ 1.36 倍; 行比配置相同时, A₂ 较 A₁, 玉米和大豆株高均增加, 大豆主茎节数变长, 单株荚数、单株粒数、百粒重和单产降低。玉米株型相同时, 大豆底荚高度、主茎节数和分枝数表现为 B₃ > B₂ > B₁, 产量表现为 B₁ > B₂ > B₃, 即春大豆与半紧凑型玉米采用宽窄行种植更有利于大豆的生长发育。A₁B₁ 处理群体总产量、总 LE_R、IE 值最大, 能够解决广西“春玉米 || 春大豆/夏大豆”套种时小型机械作业问题, 且效益最好, 可在广西省推广应用。

关键词: 玉米大豆间种; 行比; 株型; 产量; 效益

Effects of Row Ratio and Maize Plant Type on Yield and Benefit of Maize Soybean Intercropping

TANG Fu-yue, CHEN Wen-jie, WEI Qing-yuan, GOU Xiao-hong, LIANG Jiang, CHEN Yuan

(Cash Crops Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences/Nanning Comprehensive Station of National Soybean Industry Technology, Nanning 530007, China)

Abstract: In order to provide theoretical and technical basis for achieving the goal of sustainable and high yield of “spring maize || spring soybean/summer soybean”. Two-factor randomized block design was adopted in this research, A factor was different plant-type of two maize varieties, B factor was three different row ratios of maize and soybean, and monoculture soybean (SS) and maize (MM) were used as controls to evaluate maize soybean intercropping system of different row ratios and maize plant types through different quantitative indicators such as land equivalent ratio (LE_R), intercropping equivalent (IE) and population yield. The results showed that the competitiveness of maize was stronger than that of soybean in different row ratios and maize plant types. The yield of intercropping maize and soybean was significantly lower than that of monoculture, but the total yield of population was significantly higher than that of single cropping. Population LE_R, yield intercropping equivalent and yield-value intercropping equivalence (IE) were 1.32 – 1.43, 1.90 – 2.18 and 1.27 – 1.36, respectively, in other words, 32% – 43% land area should be increased to achieve the same grain yield as intercropping. Yield per unit area and output value increased by 1.90 – 2.18 and 1.27 – 1.36 times respectively compared with monocropping. When row ratio was the same, compared with A₁, the plant height of two crops and main stem node number of soybean were increased, the number of pods and grains per plant, 100-grain weight and yield were decreased. When maize plant type was the same, the pod height, main stem node number and branch of soybean was B₃ > B₂ > B₁, and yield was B₁ > B₂ > B₃, so spring soybean and semi-compact maize planting with wide and narrow rows was more benefit for soybean production and development. A₁B₁ treatment had the highest population yield, LE_R and IE, and solved the problem of summer soybean interplanting with small machinery operation of “spring maize || spring soybean/summer soybean” system in Guangxi, the social effect, ecological and economic benefits were the best, and this cropping pattern could be popularized in Guangxi.

Keywords: Maize soybean intercropping; Row ratio; Plant types; Yield; Benefit

间作通过不同作物在时间、空间生态位上的互补扩大从而实现对光、热、水及养分等资源最大限度的利用^[1-2]。广西属于热带亚热带多熟制大豆生态区, 良好的光温条件使得大豆生产上几乎全部为“春大豆 || 甘蔗”“春大豆 || 木薯”“春玉米/夏大豆”间作套种模式, 其中 2/3 以上是“春玉米/夏大

豆”^[3-7]。广西“春玉米/夏大豆”(玉米行距 70 cm, 春玉米收获前 15 ~ 20 d 行间套种 2 行夏大豆), 因春玉米和夏大豆共生期较短, 对夏大豆产量没有影响, 但此模式只能依靠传统手工在春玉米行间播种夏大豆, 面对劳动力成本上升和大豆低迷的严峻形势, 通过拓宽春玉米行距, 在玉米行间间作春大豆,

收稿日期: 2019-01-04

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04-CES30); 广西重点研发计划(桂科 AB16380097, 桂科 AB18221057); 广西农业科学院创新团队项目(2015YT19)。

第一作者简介: 汤复跃(1984-), 男, 硕士, 副研究员, 主要从事大豆育种和栽培研究。E-mail: tfy0130@163.com。

通讯作者: 陈渊(1971-), 男, 学士, 研究员, 主要从事大豆育种和栽培研究。E-mail: chenyan500@126.com。

不仅可以增收一季春大豆,实现一年三熟,又可以实行小型机械作业,提高种植效益,具有良好的社会、生态和经济效益。

目前各地因当地生产条件和气候特点不同,适宜“玉米∥大豆”的玉米大豆行比、品种等搭配而有所不同。四川地区,紧凑型玉米与大豆行比 2:2,玉米幅宽 160 或 200 cm,大豆行距 40 cm,玉米窄行 40~50 cm,为最佳配置方式^[8-10];贵州地区,玉米大豆行比 2:2 条件下,大豆行距 40 cm,玉米窄行 50 cm,大豆与玉米的行距在 30~45 cm 为合理搭配模式,玉米大豆行比 1:3 时,黔豆 7 号表现最优^[11-12];云南地区,玉米幅宽 200 cm 和密度 6 万株·hm⁻²更有利于玉米产量和“玉米∥大豆”群体总产量的提高^[13];宁夏地区,玉米大豆行比 2:2 较 2:3 间作模式更好^[11];浙江地区“鲜食玉米∥鲜食大豆”适宜的行比为 3:2 和 6:4^[14];长江中下游地区,玉米大豆行比 2:2 时,玉米行距 50 cm,大豆行距 50 cm,大豆与玉米离距 50 cm 的间作模式最好^[15];鲁西北地区玉米大豆行比 4:4 间作模式下复合群体配置优势明显^[16]。

广西玉米生产上只有平展型和半紧凑型玉米品种,本研究采用 2 种不同株型玉米,将目前广西“春玉米/夏大豆”模式中春玉米行距拓宽至 160 和 120 cm,行中间作 2 行春大豆,在不影响或尽量减少对春玉米产量影响的前提下,研究最佳的“春玉米∥春大豆”模式,从而解决广西春玉米后期套种夏大豆无法使用小型机械播种的问题,实现一年三熟,增收一季春大豆,以期对我国大豆生产起到一定的促进作用。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2017 年在广西南宁市广西农业科学院

明阳基地(22°61'N,108°25'E)实施。土壤为赤红壤,播种前耕层(0~20 cm)混合土样 pH7.1,有机质含量 14.1 g·kg⁻¹,全氮含量 0.062%,全磷含量 0.104%,全钾含量 0.20%,碱解氮含量 44 mg·kg⁻¹,有效磷含量 12.4 mg·kg⁻¹,速效钾含量 147 mg·kg⁻¹。

1.2 材料

供试大豆品种选用耐荫春大豆桂春 15 号,由广西农业科学院经济作物研究所选育;玉米品种选用广西省和农业部主推的由广西省农业科学院玉米研究所选育的平展型品种桂单 0810,及广西省审定的由襄阳冠智林科技有限公司选育的半紧凑型玉米品种宜单 629;肥料购于当地农资市场。

1.3 试验设计

“玉米∥大豆”不同行比及玉米株型配置采用双因素随机区组设计,A 因素为 2 个不同株型玉米品种,A1 为半紧凑型玉米宜单 629,A2 为平展型玉米桂单 0810;B 因素为 3 个玉米、大豆不同行比配置,B1 为玉米宽行 160 cm,窄行 40 cm,玉米穴距 20 cm,每穴留苗 1 株,玉米宽行中间作 2 行大豆,大豆与玉米间距 60 cm,大豆行距 40 cm,大豆穴距 20 cm,每穴留 3 株(图 1);B2 为玉米行距 120 cm,穴距 30 cm,每穴留苗 2 株,玉米行中间作 2 行大豆,大豆与玉米间距 40 cm,大豆行距 40 cm,大豆穴距 20 cm,每穴留 3 株;B3 为玉米行距 120 cm,穴距 16 cm,每穴留苗 1 株,玉米行中间作 2 行大豆,大豆与玉米间距 40 cm,大豆行距 40 cm,大豆穴距 20 cm,每穴留 3 株(图 2)。试验共 A1B1、A1B2、A1B3、A2B1、A2B2 和 A3B3 6 个不同行比及玉米株型配置,以大豆单作和玉米单作为对照,分别以 SS 和 MM 表示。小区行长 5 m,每个小区 3 个玉米大豆行宽比,3 次重复。

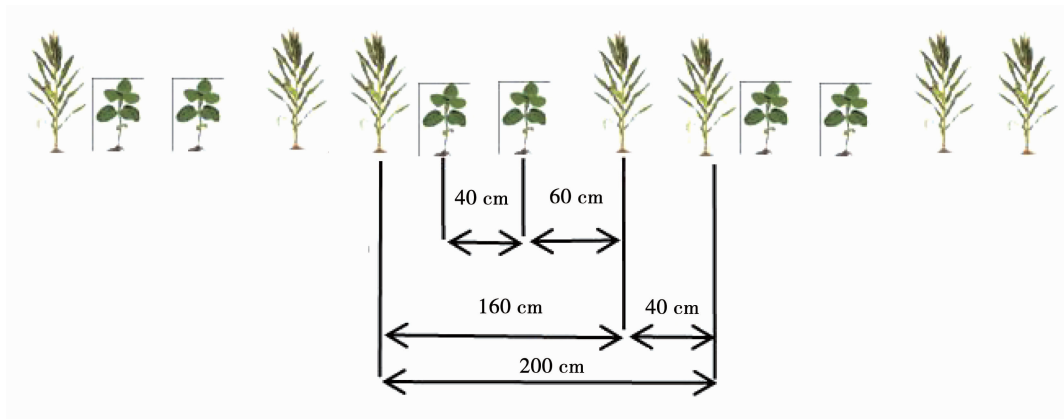


图 1 不同玉米-大豆行比(B1)配置田间布置示意图
Fig. 1 Experimental plots arrangement of maize-soybean intercropping with different row ratios(B1)

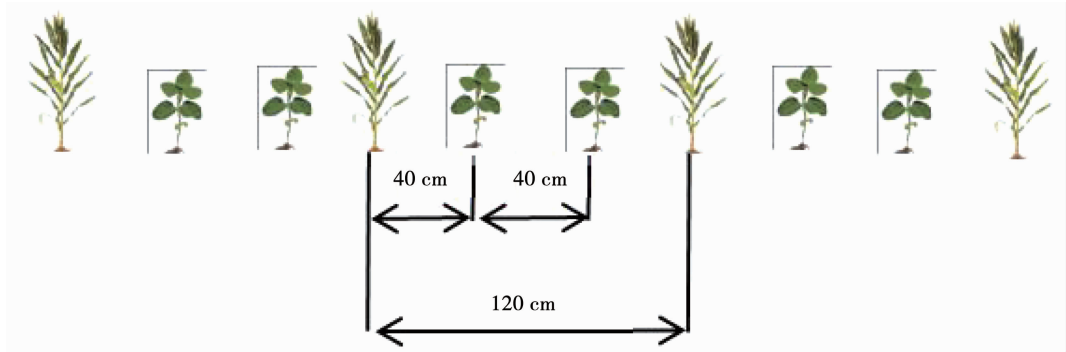


图2 不同玉米-大豆行比(B2、B3)配置田间布置示意图

Fig. 2 Experimental plots arrangement of maize-soybean intercropping with different row ratios(B2, B3)

玉米和大豆于2017年3月10日同时播种。“玉米||大豆”和玉米单作基肥施用复合肥(15:15:15) 300 kg·hm⁻²,氯化钾(含K 60%) 150 kg·hm⁻²,钙镁磷肥(含P 18%) 1 500 kg·hm⁻²;苗肥施尿素(含N 46%) 150 kg·hm⁻²,复合肥(15:15:15) 75 kg·hm⁻²;大喇叭口期施复合肥(15:15:15) 375 kg·hm⁻²;大豆单作基肥施复合肥(15:15:15) 225 kg·hm⁻²,追肥于大豆初花期撒施尿素 75 kg·hm⁻²;其它栽培管理同大田生产。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 农艺性状 于玉米、大豆成熟期,在每个小区中间1个宽窄行连续取样玉米7株、大豆10株考种,调查玉米穗长、穗粗、穗行数、行粒数、千粒重;大豆株高、底荚高、主茎节数、分枝数、单株有效荚数、单株粒数和百粒重。

1.4.2 产量 于玉米、大豆成熟期,分别对每个小区的玉米、大豆进行产量测定。B1:每个小区取中间1个宽窄行 10 m²,分别测定玉米、大豆籽粒产量,并折算为公顷产量;B2、B3:每个小区选取中间1个宽窄行 6 m²,分别测定玉米、大豆籽粒产量,并折算为公顷产量。

1.4.3 群体产量和产出效益 群体产量 = 玉米产量 + 大豆产量,即同一地块玉米、大豆产量之和。

土地当量比(LER):作为衡量产量优势的指标。LER = (Y_{ic}/Y_{sc}) + (Y_{ic1}/Y_{sc1})

式中:Y_{ic}和 Y_{ic1}分别代表间作总面积上某作物的产量;Y_{sc}和 Y_{sc1}分别为相应单作作物的产量。LER > 1 表明间作有优势;LER < 1 为间作劣势^[17]。

间作当量(IE):间作农田单位面积产量或产量与相同地块间作各作物单位产量或产值加权平均数。IE = (Y_{ic} + Y_{ic1})/(Y_{sc} × K_{ic} + Y_{sc1} × K_{ic1})。式中, Y_{ic}和 Y_{ic1}分别代表间作总面积上某作物的产量或产

值;Y_{sc}和 Y_{sc1}分别为相应单作作物的产量或产值;K_{ic}和 K_{ic1}分别为相应间作作物的占地系数。

1.5 数据分析

采用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 对大豆田间农艺性状及产量构成因素的影响

2.1.1 大豆植株形态性状 由表1可知,相同玉米株型不同玉米大豆行比间,大豆株高、主茎节数和分枝数均为 B3 ≥ B1 > B2。行比配置相同时,大豆株高和主茎节数均表现为 A2 > A1,但 B1 和 B2 处理的株高处理间差异显著,其它差异不显著。间作模式下大豆底荚高度、主茎节数和分枝数均小于等于大豆单作。

2.1.2 大豆产量性状 由表1可知,相同玉米株型不同玉米大豆行比间,大豆单株有效荚数和单株粒数 B1 > B3 > B2,大豆单株荚数各处理间差异显著,大豆单株粒数 B1 与 B2、B3 差异显著,B2 和 B3 差异不显著;大豆百粒重 A1B1 最高,显著高于 A2B1 和 A2B3。行比配置相同时,大豆单株荚数、单株粒数和百粒重均表现为 A1 > A2,B1 和 B2 处理中,处理间大豆单株荚数均差异显著;大豆单株粒数各处理间差异显著;B1 处理间大豆百粒重差异显著。各间作处理下大豆单株荚数、单株粒数和百粒重 < 单作大豆,除 A1B1 的大豆单株荚数和单株粒数外,其它处理均与 SS 差异显著,大豆百粒重除 A1B1、A1B2 和 A2B2 外,其它处理与 SS 差异显著。说明“玉米||大豆”对大豆生长影响较大,其中大豆与半紧凑型玉米间作影响小于与平展型玉米间作,玉米行宽 160 cm 内间种大豆优于玉米行宽 120 cm 内间种大豆。

表 1 大豆田间农艺性状及产量构成要素比较

Table 1 Comparison of agronomic traits soybean plants and its yield component

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	底荚高 Bottom pod height/cm	主茎节数 Node number	有效分枝 Branch number	单株荚数 Pods per plant	单株粒数 Seeds per plant	百粒重 100-seeds weight/g
A1B1	52.5 bc	13.5 a	10.9 b	2.5 a	31.5 a	73.0 a	21.33 ab
A1B2	48.4 c	11.0 b	10.7 b	2.0 b	23.5 d	53.4 b	20.70 abc
A1B3	58.8 ab	13.5 a	11.3 ab	2.5 a	26.3 bc	58.1 b	20.46 bc
A2B1	60.5 a	13.2 a	11.0 b	2.5 a	28.4 b	49.0 b	20.28 c
A2B2	57.9 ab	14.9 a	10.8 b	2.3 a	19.9 e	41.8 c	20.59 abc
A2B3	62.4 a	13.5 a	11.3 ab	2.5 a	24.5 cd	47.1 c	20.33 c
SS	58.3 ab	13.6 a	11.7 a	2.5 a	34.9 a	78.2 a	21.43 a

同列标以不同字母的值在处理间差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

Values within a column followed by different letters are significantly different at $P < 0.05$. The same below.

2.2 对玉米田间农艺性状及产量构成因素的影响

2.1.1 玉米植株形态性状 由表 2 可知,玉米品种为宜单 629(A1)时,玉米株高 $B1 = B3 > B2$,玉米穗长 $B2 = B3 > B1$,穗粗 $B1 = B3 > B2$,处理间差异不显著。桂单 0810(A2)的株高 $B1 > B2 > B3$,穗长 $B1 > B3 > B2$,穗粗 $B2 = B3 > B1$,处理间差异不显著。行比配置相同时,玉米株高 A2 显著高于 A1;玉米穗长却表现为 $A2 > A1$,除 B2 处理下差异不显著外,其它处理间均差异显著。

2.1.2 玉米产量性状 由表 2 可知,玉米穗行数和

行粒数宜单 629(A1)分别表现为 $B1 > B3 > B2$ 和 $B2 > B3 > B1$;桂单 0810(A2)分别表现为 $B_3 > B_1 = B_2$ 和 $B_3 > B_2 > B_1$,差异均不显著,且 A1、A2 处理下玉米千粒重均为 $B3 > B1 > B2$,处理间差异不显著。行比配置相同时,玉米穗行数表现为 $A1 > A2$,B1 处理中差异显著,B2、B3 处理中差异不显著;玉米行粒数表现为 $A2 > A1$,其中 B1、B3 处理中差异显著,B2 处理中差异不显著;玉米千粒重表现为 $A1 > A2$,B2 处理中差异显著,B1、B3 处理中差异不显著。

表 2 玉米田间农艺性状及产量构成要素比较

Table 2 Comparison of maize plants agronomic traits and its yield component

处理 Treatment	株高 Plant height/m	穗长 Panicle length/cm	穗粗 Panicle crude/cm	穗行数 Row per panicle	行粒数 Kernels per row	千粒重 1000-seeds weight/g
A1B1	2.20 b	16.5 c	4.80 a	14.8 a	31.5 c	328.5 ab
A1B2	2.15 b	17.0 bc	4.67 a	14.3 ab	34.4 bc	305.0 b
A1B3	2.20 b	17.0 bc	4.80 a	14.5 ab	34.1 bc	329.2 ab
A2B1	3.10 a	18.4 a	4.50 b	13.5 b	38.8 a	308.2 abc
A2B2	3.00 a	17.8 ab	4.47 b	13.5 b	37.0 ab	286.1 c
A2B3	2.98 a	18.3 a	4.50 b	13.6 b	39.6 a	315.0 abc
MM	3.01 a	17.5 abc	4.80 a	14.9 a	34.3 b	342.1 a

2.3 群体产量和产出效益比较

由表 3 可知,从单作和群体总产量角度分析,所有不同玉米大豆行比及玉米株型配置的“玉米||大豆”群体中大豆、玉米产量都分别显著低于大豆单

作 SS 和玉米单作 MM,降幅分别为 50.00% ~ 62.02% 和 3.78% ~ 7.33%,说明“玉米||大豆”对大豆、玉米产量影响较大;群体总产量显著高于单作,说明“玉米||大豆”体系内增加的大豆产量可以

弥补由于单位面积内种植比例降低造成的玉米产量下降;行比配置相同时,大豆、玉米产量均表现为 A1 > A2,说明大豆与半紧凑型玉米间作好于与平展型玉米间作;玉米株型相同时,大豆产量表现为 B1 > B2 > B3,玉米产量表现为 B3 > B2 > B1,处理间差异不显著,说明间作体系玉米、大豆呈竞争关系,玉米密度一定时,玉米每穴留苗 1 株产量好于留苗 2 株,大豆反之。

从土地当量比角度分析,“玉米 || 大豆”群体中大豆、玉米产量均降低,但“玉米 || 大豆”总 LER 均大于 1,为 1.32 ~ 1.43,表明各处理下春玉米春大豆间作种植均可提高土地复种指数和土地利用效率。

表 3 不同行比配置群体产量和产出效果定量分析

Table 3 Quantitative analysis of yield and output benefits of maize-soybean intercropping population with different row ratios

处理 Treatment	产量 Yield/(kg·hm ⁻²)			土地当量比 LER			间作当量比 IE	
	大豆 Soybean	玉米 Maize	总 Total	大豆 Soybean	玉米 Maize	总当量比 Total LER	产量间作当量 Yield IE	产值间作当量 Output value IE
A1B1	1473.0 b	8116.5 b	9589.5 ab	0.50	0.93	1.43	2.18	1.36
A1B2	1375.5 bc	8211.0 b	9586.5 ab	0.47	0.93	1.40	1.96	1.35
A1B3	1324.5 bcd	8428.5 b	9753.0 a	0.45	0.96	1.41	2.00	1.36
A2B1	1233.0 cde	8080.5 b	9313.5 b	0.42	0.92	1.34	2.12	1.28
A2B2	1170.0 de	8122.5 b	9292.5 b	0.40	0.92	1.32	1.90	1.27
A2B3	1119.0 e	8341.5 b	9460.5 b	0.38	0.95	1.33	1.94	1.28
SS	2946.0 a		2946.0 d	1.00		1.00		
MM		8758.5 a	8758.5 c		1.00	1.00		

3 讨 论

本研究表明,“玉米 || 大豆”群体中玉米、大豆产量分别较单作减产 3.78% ~ 7.33% 和 50.00% ~ 62.02%,说明玉米竞争力强于大豆,该结果与前人研究一致^[18-20]。行比配置相同且玉米大豆间作行比一定时,大豆与 A1 (半紧凑型玉米)间作比与 A2 (平展型玉米)间作,玉米株高显著增加,大豆株高增加,主茎节数变长,大豆单株荚数、单株粒数、百粒重和单产降低,说明选用株高相对较矮和半紧凑型玉米品种更能够满足矮秆作物大豆的生产发育,该结果与崔亮等^[8]、杨峰等^[9]的研究结果一致。同时根据生产实际需求,考虑到广西玉米生产上只有平展型和半紧凑型玉米品种,故本研究中没有设计紧凑型玉米品种。玉米株型相同时,大豆底荚高度、主茎节数和分枝数处理均表现为 B3 > B2 > B1,

其中玉米株型相同时,总 LER 表现为 B1 > B3 > B2;行比配置相同时,总 LER 表现为 A1 > A2, A1B1 总 LER 值最高,表明土地利用效率最好。

从间作当量比角度分析,与 SS 和 MM 相比,“玉米 || 大豆”群体产量间作当量比和产值间作当量比分别为 1.90 ~ 2.18 和 1.27 ~ 1.36,表明其单位面积产量和产值较单作分别提高了 1.90 ~ 2.18 倍和 1.27 ~ 1.36 倍,说明“玉米 || 大豆”产出效果明显。其中玉米株型相同时,产量间作当量和产值间作当量均表现为 B1 ≥ B3 > B2;行比配置相同时,IE 表现为 A1 > A2,说明 A1B1 处理总的产出效果最好。

产量却表现为 B1 > B2 > B3,说明 B1 处理即玉米大豆宽窄行种植更有利于大豆的生长发育。

本研究表明“玉米 || 大豆”间作中玉米单产较单作玉米减产 3.78% ~ 7.33%,说明“玉米 || 大豆”对玉米产量有一定影响,但 LER 为 1.32 ~ 1.43,即单作需增加 32% ~ 43% 土地面积才能达到与间作同等的籽粒产量。玉米产量和产值间作当量 (IE) 分别为 1.90 ~ 2.18 和 1.27 ~ 1.36,即间作玉米单位面积产量、产值较单作分别提高了 1.90 ~ 2.18 倍和 1.27 ~ 1.36 倍,且 A1B1 间作的 LER 和 IE 值最高,表现出明显生态效益和经济效益,与前人研究结果一致^[11,16]。群体产量显著高于单作,说明“玉米 || 大豆”体系内增加的大豆产量可以弥补由于单位面积内种植比例降低造成的玉米产量下降,与前人研究不一致^[16,21],这可能由于广西较好的光温条件更利于间作条件下不同作物在时间、空间及生态位上

的互补扩大所导致。

结果表明,A1B1 间作模式,在尽量减少春玉米产量情况下,群体总产量、LER 和 IE 值最大,不仅可以解决广西“春玉米/夏大豆”夏大豆套种播种时小型机械作业问题,而且增收一季春大豆,实现一年三收的间套种模式,不同于我国西南地区的周年套种和贵州、云南、甘肃等地区的一年二季间套作模式,从而缓解劳动力成本上升和大豆低迷的严峻形势,具有良好的社会效益、生态效益和经济效益。

4 结 论

“玉米 || 大豆”不同行比及玉米株型配置,玉米竞争力强于大豆,群体玉米和大豆产量都显著低于单作玉米和大豆,群体总产量显著高于单作,群体总 LER、产量间作当量和产值间作当量 (IE) 值分别为 1.32 ~ 1.43、1.90 ~ 2.18 和 1.27 ~ 1.36。行比配置相同时,A2 与 A1 相比,玉米和大豆株高增加,大豆主茎节数变长,单株荚数、单株粒数、百粒重和单产降低;玉米株型相同时,大豆底荚高度、主茎节数和分枝数表现为 B3 > B2 > B1,产量 B1 > B2 > B3,即春大豆与半紧凑型玉米采用宽窄行种植更有利于大豆的生产发育。A1B1 处理群体总产量、群体总 LER、IE 值最大,且解决了广西“春玉米/夏大豆”套种时小型机械作业问题,社会效益、生态效益和经济效益最好,可在广西推广应用。

参考文献

[1] 刘广才,李隆,黄高宝,等. 大麦/玉米间作优势及地上部和地下部因素的相对贡献研究[J]. 中国农业科学,2005,38(9): 1787-1795. (Liu G C, Li L, Huang G B, et al. Intercropping advantage and contribution of above-ground and below-ground interactions in the barley-maize intercropping[J]. Scientia Agricultura Sinica,2005,38(9): 1787-1795.)

[2] 刘广才,杨祁峰,李隆,等. 小麦/玉米间作优势及地上部与地下部因素的相对贡献[J]. 植物生态学报,2008,32(2): 477-484. (Liu G C, Yang Q F, Li L, et al. Intercropping advantage and contribution of above-ground and below-ground interactions in wheat-maize intercropping[J]. Journal of Plant Ecology,2008,32(2): 477-484.)

[3] 陈文杰,梁江,汤复跃,等. 适合与甘蔗间套种春大豆品种筛选初报[J]. 南方农业学报,2012,43(3): 311-314. (Chen W J, Liang J, Tang F Y, et al. Preliminary report on screening of spring soybean varieties suitable for different intercropping modes with sugarcane[J]. Journal of Southern Agriculture, 2002, 43(3): 311-314.)

[4] 陈文杰,梁江,曾维英,等. 适合与甘蔗间套种的春大豆品种的

引进与筛选[J]. 安徽农业科学,2014,28(4): 2887-2889. (Chen W J, Liang J, Zeng W Y, et al. Introducing and screening of spring soybean varieties suitable for different intercropping modes with sugarcane[J]. Journal of Anhui Agriculture Science,2014,28(4): 2887-2889.)

[5] 汤复跃,陈渊,梁江,等. 大豆、木薯播期对间作大豆产量和主要农艺性状的影响[J]. 大豆科学,2012,31(3): 395-398. (Tang F Y, Chen Y, Liang J, et al. Effect of sowing dates on soybean yield and main agronomic characters under soybean intercropping with cassava[J]. Soybean Science,2012,31(3): 395-398.)

[6] 汤复跃,陈渊,韦清源,等. 适宜与广西玉米套种的夏大豆品种筛选试验[J]. 南方农业学报,2011,42(11): 1340-1343. (Tang F Y, Chen Y, Wei Q Y, et al. Report on screening summer soybean varieties suitable for intercropping with spring maize in Guangxi [J]. Journal of Southern Agriculture,2011,42(11): 1340-1343.)

[7] 汤复跃,陈渊,韦清源,等. 玉米套种夏大豆不同模式对大豆产量的影响[J]. 南方农业学报,2012,43(7): 932-935. (Tang F Y, Chen Y, Wei Q Y, et al. Effect of different intercropping models for spring maize and summer soybean on soybean production[J]. Journal of Southern Agriculture,2012,43(7): 932-935.)

[8] 崔亮,杨文钰,黄妮,等. 玉米—大豆带状套作下玉米株型对大豆干物质积累和产量形成的影响[J]. 应用生态学报,2015,26(8): 2414-2420. (Cui L, Yang W Y, Huang N, et al. Effects of maize plant types on dry matter accumulation characteristics and yield of soybean in maize soybean intercropping systems[J]. Chinese Journal of Applied Ecology,2015,26(8): 2414-2420.)

[9] 杨峰,崔亮,黄山,等. 不同株型玉米套作大豆生长环境动态及群体产量研究[J]. 大豆科学,2015,34(3): 402-407. (Yang F, Cui L, Huang S, et al. Soybean growth environment and group yield in soybean relay intercropped with different leaf type maize [J]. Soybean Science,2015,34(3): 402-407.)

[10] 蒲甜,张群,陈国鹏,等. 行距对玉米—大豆套作体系中玉米产量及干物质积累与分配的影响[J]. 浙江农业学报,2016,28(8): 1277-1286. (Pu T, Zhang Q, Chen G P, et al. Effects of row spacing on yield, dry matter accumulation and partitioning of maize in maize soybean relay strip intercropping system[J]. Acta Agricultrae Zhejiangensis,2016,28(8): 1277-1286.)

[11] 朱星陶,谭春燕,陈佳琴,等. 玉米—大豆间作行距对大豆生长及品质的影响[J]. 贵州农业科学,2016,44(6): 22-25. (Zhu X T, Tan C Y, Chen J Q, et al. Effects of intercropping row spacing between maize and soybean on growth and quality of soybean[J]. Guizhou Agricultural Sciences,2016,44(6): 22-25.)

[12] 杨春杰,陈佳琴,谭春燕,等. 不同行比间作玉米对黔豆 7 号鼓粒期产量性状的影响[J]. 贵州农业科学,2015,43(12): 39-41. (Yang C J, Chen J Q, Tan C Y, et al. Effects of intercropping row spacing between maize and soybean on growth and quality of soybean [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2015, 43(12): 39-41.)

[13] 代希茜,詹和明,赵银月,等. 玉/豆间作模式下幅宽和玉米密度配置优化研究[J]. 西南农业学报,2018,31(1): 39-43. (Dai X X, Zhan H M, Zhao Y Y, et al. Research of optimization for

planting width and density in maize/soybean intercropping model [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2018, 31 (1):39-43.)

[14] 包斐,韩海亮,谭禾平,等. 鲜食玉米、鲜食大豆在不同间作模式下的产量表现[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(2):189-190. (Bao F, Han H L, Tan H P, et al. Yield performance of fresh-eating maize and fresh-eating soybean under different intercropping modes [J]. Zhejiang Agricultural Sciences, 2016, 57 (2): 189-190.)

[15] 程玉柱,李龙,周琴,等. 玉米/大豆不同配置下的玉米生长和产量形成研究[J]. 南京农业大学学报, 2016, 39(1):34-39. (Chen Y Z, Li L, Zhou Q, et al. Growth and yield formation of maize under different maize/soybean intercropping patterns [J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2016, 39(1):34-39.)

[16] 朱元刚,高凤菊. 不同间作模式对鲁西北地区玉米-大豆群体光合物质生产特征的影响[J]. 核农学报, 2016, 30(8):1646-1655. (Zhu Y G, Gao F J. Effects of different maize and soybean intercropping patterns on population characteristics of photosynthetic and matter production in northwest Shandong region [J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2016, 30(8):1646-1655.)

[17] Willey R W. Intercropping—Its importance and research needs. Part1:Competition and yield advantages[J]. Field Crop Abstract, 1979, 32(1):1-10.

[18] 雍太文,杨文钰,向达兵,等. 小麦/玉米/大豆套作的产量、氮营养表现及其种间竞争力的评定[J]. 草业学报, 2012, 21(1):50-58. (Yong T W, Yang W Y, Xiang D B, et al. Production and N nutrient performance of wheat-maize-soybean relay strip intercropping system and evaluation of interspecies competition [J]. Acta Prataculturae Sinica, 2012, 21(1):50-58.)

[19] 陈文杰,梁江,汤复跃,等. 广西春大豆与玉米不同间作模式效益分析[J]. 南方农业学报, 2017, 48(4):633-639. (Chen W J, Liang J, Tang F Y, et al. Benefit analysis for different spring soybean maize intercropping patterns in Guangxi [J]. Journal of Southern Agriculture, 2017, 48(4):633-639.)

[20] 邹俊林,刘卫国,袁晋,等. 边际效应对带状套作大豆表型和产量的影响[J]. 中国油料作物学报, 2015, 37(5):661-666. (Zou J L, Liu W G, Yuan J, et al. Marginal effect on phenotypic plasticity of strip cropping soybean [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2015, 37(5):661-666.)

[21] 任媛媛,王志梁,王小林,等. 黄土塬区玉米大豆不同间作方式(比例)对产量和经济收益的影响及其机制[J]. 生态学报, 2015, 35(12):4168-4177. (Ren Y Y, Wang Z L, Wang X L, et al. The effect and mechanism of intercropping pattern on yield and economic benefit on the Loess Plateau [J]. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(12):4168-4177.)

立足黑龙江 辐射全中国 聚焦大农业 促进快发展

欢迎订阅 2020 年《黑龙江农业科学》

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主办的综合性科技期刊,是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊。现已被中国核心期刊(遴选)数据库、中国学术期刊综合评价数据库等多家权威数据库收录。

月刊,每月 10 日出版,国内外公开发行。国内邮发代号 14-61,每期定价 25.00 元;国外发行代号 M8321,每期定价 25.00 美元。

热忱欢迎广大农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及农业技术推广人员、管理干部和广大农民群众踊跃订阅。全国各地邮局均可订阅,漏订者可汇款至本刊编辑部补订。汇款写明订购份数、收件人姓名、详细邮寄地址及邮编。

另有合订本珍藏版欢迎订购。2007 年合订本每册定价 80.00 元,2008~2009 年合订本每册定价 90.00 元,2010~2018 年合订本每册定价 180.00 元,邮费各 10.00 元,售完为止。

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告

地址:哈尔滨市南岗区学府路 368 号《黑龙江农业科学》编辑部

邮编:150086

电话:0451-86668373

唯一投稿网址: <http://hljnykx.haasep.cn>

