



龙德祥,何忠军,张秀英,等.秦巴山地大豆玉米间作套种配置模式优化研究[J].黑龙江农业科学,2021(6):20-23.

# 秦巴山地大豆玉米间作套种配置模式优化研究

龙德祥<sup>1</sup>,何忠军<sup>1</sup>,张秀英<sup>1</sup>,姚平波<sup>2</sup>,温友斌<sup>2</sup>,任晓菊<sup>1</sup>,李勤<sup>1</sup>,王一璞<sup>1</sup>

(1.汉中市农业科学研究所,陕西汉中 723000;2.镇巴县农业技术推广站,陕西镇巴 723600)

**摘要:**为提高秦巴山地大豆、玉米的生产水平,以玉米品种高玉 14022 和大豆品种贡秋豆 5 号为材料,在秦岭巴山气候条件下对玉米套作大豆的带宽比、群体配置、复合群体产量效益等主要因子进行研究。结果表明:以玉米窄行 40 cm、宽行 140 cm 为玉米套作大豆最优带宽配置,带型应在年初马铃薯种植时规范预留带型;大豆在马铃薯收获后适时早播,不晚于 6 月中旬,玉米密度控制在 6.00 万株·hm<sup>-2</sup>、大豆以一穴双株方式种植密度控制在 12.00 万株·hm<sup>-2</sup>,玉米-大豆行比为 2:3 是玉米大豆两季作物高产高效的最优复合群体配置模式。

**关键词:**秦巴山地;玉米大豆套作;带宽;群体配置;群体综合效益

秦岭巴山区域大豆玉米种植历史悠久,大豆种植方式主要以套作为主<sup>[1-3]</sup>,套种模式主要有“马铃薯-玉米-大豆”“小麦-玉米-大豆”“中药材-大豆”“桑(果)园-大豆”“小麦-玉米-大豆/甘薯”,在这些套种模式中,以大豆套种于玉米中比例较高也最为常见,要实现大豆玉米套作在秦岭巴山气候条件下高产高效,必须开展玉米大豆套作种植的适宜品种、最优带宽、复合群体合理配置等相关技术研究<sup>[4-6]</sup>。

“规格间套”是秦岭巴山地区 20 世纪 50—60 年代“玉米三项技术”的重要内容之一,所形成的技术体系是基于当时历史背景下及社会生产条件下的操作要领,经过了多年的发展,玉米、大豆品种以及社会生产条件已发生了历史性变革,对现有条件下的间作套种技术更新和完善具有一定的迫切性,通过调研发现,秦巴山地玉米大豆套作中还存在较多问题,制约了群体产量、效益和发展潜力。存在的主要问题有以下几个方面:一是种植不规范,在生产上存在的作物配置上以后期豆玉比来看,有 2:1、2:2、2:3 等配置,在带型上有 120,140,160,180 和 200 cm 等,种植者具有较大的随意性;二是适宜秦巴山地玉米大豆套作种植的高产良种十分缺乏<sup>[1-2]</sup>,只有通过试验筛选确定适宜秦岭巴山气候条件下间作套种的大豆玉米品种,才能改变玉米品种在市场上随意购买、大豆品

种自留的现状,克服大豆品种因长期自留使用造成的混杂退化,产量低而不稳,玉米因套作产生的品种高产而生产上不一定高产的现象;三是玉米对大豆荫蔽严重。由于品种选择不当、作物配置不规范、选择的带型差异化等原因,大豆在与玉米共生期间遭受不同程度的荫蔽,引起豆苗长势弱进而大豆群体质量不高,导致大豆产量低、效益差;四是病虫害较重如根腐病、豆荚螟等。针对生产上存在的主要问题,汉中市农业科学研究所联合镇巴县农业技术推广站采用经试验筛选出的耐荫性较好的大豆品种贡秋豆 5 号和株型半紧凑型玉米品种高玉 14022,开展了玉米套作大豆复合套种的带宽、群体配置等主要技术因子试验研究,总结形成了秦巴山地玉米套作大豆带宽优化技术、复合群体配置技术,为大面积生产服务提供科学依据,以期实现大豆玉米套作的高产高效、助力脱贫攻坚和乡村振兴。

## 1 材料与与方法

### 1.1 材料

试验于 2019—2020 年在镇巴县小洋镇白河村、九阵坝村进行,黄砂壤土,肥力中等,前茬为马铃薯带型预留,在当地具有代表性。

供试玉米品种选用半紧凑型品种高玉 14022,供试大豆品种选用贡秋豆 5 号(均采购自当地种子市场)。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 带宽对玉米套大豆模式下群体产量与效益的影响。带宽试验采用单因素随机区组设计,共设 5 个带宽处理,A<sub>1</sub>:140 cm 带型均行种植玉米、大豆等行距间隔种植,行距 70 cm;A<sub>2</sub>:140 cm 带型;A<sub>3</sub>:160 cm 带型;A<sub>4</sub>:180 cm 带

收稿日期:2021-02-26

基金项目:陕西省粮食生产综合能力提升项目-玉米马铃薯大豆复合套种技术集成示范与推广(陕农计财[2020]24 号、汉农计财[2020]10 号)。

第一作者:龙德祥(1970—),男,学士,高级农艺师,从事作物育种与栽培研究。E-mail:Ldx0173@sina.com。

型;A<sub>5</sub>:200 cm 带型。A<sub>2</sub>~A<sub>5</sub> 四个处理均种植两行玉米两行大豆,每个处理种连续 2 带,每小区行长 400 cm,玉米与玉米行距 40 cm,在大行内种植两行大豆,A<sub>1</sub> 按 4 行玉米 4 行大豆为一个处理。播种时,玉米密度 5.25 万株·hm<sup>-2</sup>,大豆密度 12.00 万株·hm<sup>-2</sup>。玉米 3 月下旬播种,大豆 6 月 10 日播种。

试验地在上一年作物收获完成后,秋季或第二年春季整地,整地时将腐熟的农家肥 22 500~30 000 kg·hm<sup>-2</sup> 加入纯 N(150 kg·hm<sup>-2</sup>)、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(90 kg·hm<sup>-2</sup>)和 K<sub>2</sub>O(30 kg·hm<sup>-2</sup>),拌匀后撒施于地表后翻耕,播前耙细耙匀,添加的化肥剩余的 60%用于玉米苗期和大喇叭口期追肥,大豆不追肥或少量氮肥于苗后期撒施一次追肥。其他均为常规田间管理。

玉米套作大豆复合群体优化配置。选用试验和示范验证确定的模式“带型 180、马铃薯-玉米-大豆”模式(玉米大豆带宽比 40 cm:140 cm)。

二因素随机区组设计,玉米密度设置 3 个水平:a<sub>1</sub>为 5.25 万株·hm<sup>-2</sup>;a<sub>2</sub>为 6.00 万株·hm<sup>-2</sup>;a<sub>3</sub>为 6.75 万株·hm<sup>-2</sup>。大豆按一穴双苗,密度设置 5 个水平:b<sub>1</sub>为 10.50 万株·hm<sup>-2</sup>;b<sub>2</sub>为 11.25 万株·hm<sup>-2</sup>;b<sub>3</sub>为 12.00 万株·hm<sup>-2</sup>;b<sub>4</sub>为 12.75 万株·hm<sup>-2</sup>;b<sub>5</sub>为 13.50 万株·hm<sup>-2</sup>。每个处理小区长 4 m,宽 3.6 m,小区面积 14.4 m<sup>2</sup>。玉米大豆均种植 2 个条带,3 次重复。玉米 3 月下旬播种,大豆在马铃薯收获后 6 月 20 日播种。

1.2.2 测定项目及方法 记载每个处理的玉米和大豆的播种期、成熟期、生育期、小区产量,并计算各处理复合群体的产量、产值和纯效益。

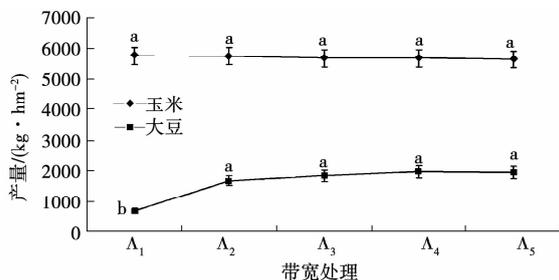
1.2.3 数据分析 试验数据采用 Excel 2013 软件进行整理,采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同带宽对玉米套作大豆产量与效益的影响

2.1.1 玉米产量 由图 1 可知,不同带宽处理在密度控制条件下对玉米产量的影响不明显,随着带宽比加大,玉米产量有下降趋势,说明在密度为一固定值时,扩行距缩株距种植,由于窄行小株距对产量的负效应越来越大于边际效应对产量的正效应,过大的宽窄行比不利于玉米高产。以带宽比 A<sub>1</sub>(70 cm:70 cm)处理的玉米产量最高,产量达 5 776.5 kg·hm<sup>-2</sup>,比 A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub> 分别增产 1.48%和 2.12%,但差异不显著。

2.1.2 大豆产量 由图 1 可知,随着带宽比变大,大豆产量表现出增加趋势,说明加大带宽比有利于大豆产量提高。以 A<sub>4</sub>(40 cm:140 cm)带宽处理的大豆产量最高(1 965.0 kg·hm<sup>-2</sup>),比其他带宽处理增产 0.9%~191.1%(图 1),说明在相同密度下 A<sub>1</sub> 处理中玉米大豆均行种植,大豆产量显著低于其他处理。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。

图 1 不同带宽下玉米和大豆的产量表现

2.1.3 群体产量和效益 由图 2 可知,A<sub>4</sub> 处理的复合群体产量最高,为 7 657.5 kg·hm<sup>-2</sup>,比其余 4 个处理分别增产 18.69%、2.96%、1.61%和 0.71%,与 A<sub>1</sub> 处理差异显著;A<sub>4</sub> 处理复合群体产值 24 135.00 元·hm<sup>-2</sup>,较其余 4 个处理分别高 6 896.40、1 918.20、1 278.70 和 824.40 元·hm<sup>-2</sup>,与 A<sub>1</sub> 处理差异显著。

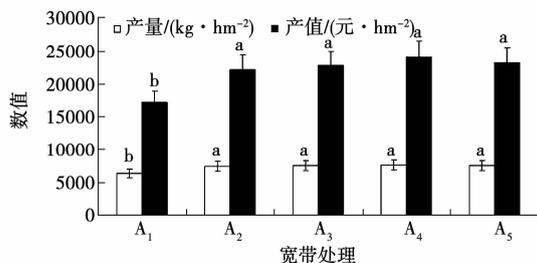


图 2 不同带型对玉米、大豆复合群体产量及效益的影响

### 2.2 不同密度配置对复合群体产量和效益的影响

2.2.1 玉米产量 由图 3 可知,6.00 万株·hm<sup>-2</sup> 处理的玉米产量最高,达 6 017.0 kg·hm<sup>-2</sup>,分别比 5.25 万和 6.75 万株·hm<sup>-2</sup> 增产 12.3%和 4.9%,说明在秦巴山地环境下,套种玉米密度应控制在 6.0 万株·hm<sup>-2</sup> 为宜(以高玉 14022 为例)。

2.2.2 大豆产量 由图 4 可知,随着密度的加大,大豆产量显著增加,10.50 万株·hm<sup>-2</sup> 处理产量显著低于其他密度处理,以 12.00 万株·hm<sup>-2</sup> 处

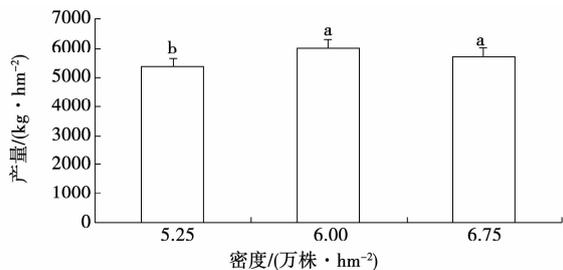


图3 不同密度条件下玉米产量表现

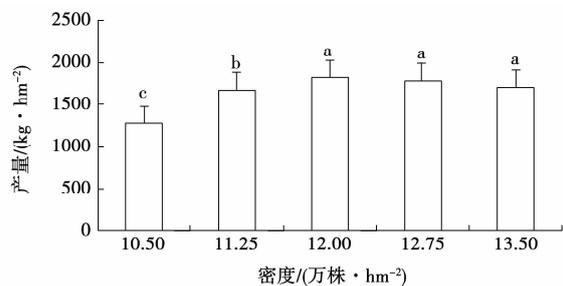


图4 不同密度条件下大豆产量表现

理的大豆产量最高,比其他4个处理分别增产42.6%、21.0%、1.94%和6.9%。当大豆密度大于12.00万株·hm<sup>-2</sup>时,随着密度的进一步增加,产

量又有缓慢下降的趋势,因此,在玉米套作大豆模式下,贡秋豆5号获得高产最适宜的密度是12.00万株·hm<sup>-2</sup>。

2.2.3 群体产量和效益 由表1可知,以a<sub>2</sub>b<sub>3</sub>、a<sub>2</sub>b<sub>4</sub>处理的复合群体产量较高,分别达7839.7和7842.0 kg·hm<sup>-2</sup>,其中a<sub>2</sub>b<sub>3</sub>玉米产量6003.1 kg·hm<sup>-2</sup>、大豆产量1836.6 kg·hm<sup>-2</sup>,a<sub>2</sub>b<sub>4</sub>玉米产量6030.9 kg·hm<sup>-2</sup>、大豆产量1811.1 kg·hm<sup>-2</sup>比其余处理复合群体分别增产0.3%~19.5%,显著高于除a<sub>2</sub>b<sub>5</sub>外的其他处理;以a<sub>2</sub>b<sub>3</sub>处理的复合群体产值最高,达25426.9元·hm<sup>-2</sup>,其中玉米产值14407.4元·hm<sup>-2</sup>、大豆产值11019.5元·hm<sup>-2</sup>,比其余14个处理的复合群体产值高0.3%~23.5%。因此,玉米为6.00万株·hm<sup>-2</sup>、大豆为12.00万株·hm<sup>-2</sup>的复合群体密度搭配能够实现玉米套作大豆模式下玉米大豆两料作物高产高效,为秦巴山地玉米套作大豆模式最优复合群体配置模式。

表1 玉米大豆套种模式下不同密度配置对产量及效益的影响

处理	小区产量/kg						折合产量/(kg·hm <sup>2</sup> )			产值/(元·hm <sup>2</sup> )		
	I		II		III		玉米	大豆	合计	玉米	大豆	合计
	玉米	大豆	玉米	大豆	玉米	大豆						
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	7.58	1.87	7.64	2.01	7.72	1.98	5192.5	1367.2	6559.7 f	12462.0	8203.2	20665.2 f
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	8.84	1.97	8.52	2.00	8.41	1.89	5968.3	1357.2	7325.5 c	14323.9	8143.2	22467.1 e
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	8.31	1.98	8.37	1.99	8.29	1.86	5783.1	1118.6	6901.7 e	13879.4	6711.6	20591.0 f
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	7.66	2.42	7.89	2.38	7.85	2.29	5419.4	1642.0	7061.4 de	13006.6	9852.0	22858.6 e
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	8.75	2.35	8.68	2.14	8.72	2.43	6056.3	1602.7	7659.0 b	14535.2	9616.0	24151.2 bc
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	8.24	2.45	8.23	2.38	8.17	2.4	5706.6	1674.5	7381.1 c	13695.9	10046.8	23742.7 c
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	7.76	2.65	7.65	2.78	7.81	2.37	5377.8	1806.5	7184.2 d	12906.6	10838.9	23745.5 c
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	8.86	2.71	8.42	2.54	8.64	2.68	6003.1	1836.6	7839.7 a	14407.4	11019.5	25426.9 a
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	8.21	2.64	8.32	2.72	8.22	2.58	5732.1	1838.9	7571.0 b	13757.0	11033.4	24790.5 ab
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	7.69	2.63	7.82	2.49	7.79	2.57	5396.3	1781.0	7177.3 d	12951.1	10686.0	23637.1 cd
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	8.77	2.56	8.58	2.62	8.69	2.64	6030.9	1811.1	7842.0 a	14474.1	10866.7	25340.7 a
a <sub>3</sub> b <sub>4</sub>	8.25	2.58	8.29	2.61	8.26	2.52	5743.7	1785.6	7529.3 b	13784.8	10713.8	24498.6 b
a <sub>1</sub> b <sub>5</sub>	7.88	2.41	7.84	2.54	7.98	2.38	5488.9	1697.6	7186.5 d	13173.4	10185.8	23359.2 d
a <sub>2</sub> b <sub>5</sub>	8.78	2.47	8.63	2.43	8.61	2.44	6026.2	1699.9	7726.2 ab	14463.0	10199.7	24662.6 b
a <sub>3</sub> b <sub>5</sub>	8.18	2.55	8.22	2.45	8.19	2.47	5695.0	1730.1	7425.1 bc	13668.1	10380.3	24048.4 c

注:玉米按当地全年市场平均价2.40元·kg<sup>-1</sup>计;大豆按当地全年市场平均价6.00元·kg<sup>-1</sup>计。

### 3 结论与讨论

在相同密度条件下,不同带型对玉米大豆的产量影响不同,随着玉米大豆比的改变,玉米产量基本稳定随带宽比的加大呈略微下降的趋势,而大豆产量随带宽比的加大,田间通风透光条件的改善,出现上升趋势,但随带宽的进一步加大,增产趋势减弱,以 A4 处理(40 cm:140 cm)的玉米大豆复合产量、效益最好,这与张明荣等<sup>[2]</sup>的研究结论较为接近,但本研究立足秦巴山地气候条件,有利于提高秦巴山地土地及光热资源的高效利用,实现玉米大豆间作的协调高产,是秦巴山地开展玉米大豆套作种植的最优带型。

不同密度配置对玉米大豆套作种植的产量效益影响较大,群体内玉米密度以 6.00 万株·hm<sup>-2</sup>、大豆以一穴双株方式种植密度控制为 12.00 万株·hm<sup>-2</sup>,可实现玉米大豆双料作物高产高效,是秦巴山地玉米大豆套作种植的较优复合群体。

秦巴山地的地形复杂多变,立地条件较差,通过引育结合的方法,品种更新结合农艺措施优化

才能解决大豆玉米套作产量效益偏低的问题,持续开展相关研究并推广具有一定的长期性。

本研究以提高秦巴山地大豆生产水平为目的,但从生产实际来看,马铃薯-玉米-大豆为最常见模式,三料作物的综合丰产高效技术和高资源利用率的田园综合体系还有待进一步研究完善。

#### 参考文献:

- [1] 梁福琴,李成,刘惠荣,等.陕西省大豆生产现状及发展对策[J].陕西农业科学,2013,59(3):123-126.
- [2] 张明荣,何泽民,吴海英,等.玉米套作大豆模式复合群体高产高效优化配置技术研究[J].大豆科学,2012,31(4):575-578.
- [3] 周新安,年海,杨文钰,等.南方间套作大豆生产发展的现状与对策(Ⅲ)[J].大豆科技,2010(5):1-2.
- [4] 李青竹,张保亮,李国臣,等.玉米大豆间作套种群体结构与经济效益研究[J].现代农业科技,2015(18):34,39.
- [5] 杨守明.玉米-大豆间作套种栽培模式分析[J].河北农业科学,2012(11):16-17.
- [6] 范淑英,李霖超,向仕华,等.高产高蛋白夏大豆新品种贡秋豆 5 号的选育与栽培技术要点[J].大豆科技,2016(4):32-33,36.

## Optimization Study of Intercropping and Interplanting of Soybean and Maize in Bashan Area of Qinling Mountains

LONG De-xiang<sup>1</sup>, HE Zhong-jun<sup>1</sup>, ZHANG Xiu-ying<sup>1</sup>, YAO Ping-bo<sup>2</sup>, WEN You-bin<sup>2</sup>, REN Xiao-ju<sup>1</sup>, LI Qin<sup>1</sup>, WANG Yi-pu<sup>1</sup>

(1. Hanzhong Institute of Agricultural Sciences, Hanzhong 723000, China; 2. Zhenba County Agricultural Technology Extension Station, Zhenba 723600, China)

**Abstract:** In order to improve the production level of soybean and maize in Bashan Area of Qinling Mountains, maize variety Gaoyu 14022 and soybean variety Gongqiudou No. 5 were used as materials to study the main factors of maize intercropping soybean, such as bandwidth ratio, population allocation and yield benefit of compound population. The results showed that the optimal bandwidth of maize intercropping with soybean was 40 cm narrow row and 140 cm wide row, and the band pattern should be reserved at the beginning of the year when potato was planted; soybean should be sown in time and early after potato harvest, no later than the middle of June, the density of maize should be controlled at 60 000 plants·hm<sup>-2</sup>, the planting density of soybean should be controlled at 120 000 plants·hm<sup>-2</sup>, and the row ratio of maize to soybean should be 2:3.

**Keywords:** Bashan Area of Qinling Mountains; maize and soybean intercropping; bandwidth; group allocation; group comprehensive benefits