

# 条带间作对玉米大豆光能利用特征、产量及经济收入的影响

郑皓远, 陈喜凤, 郭丹阳, 陈蕊, 玛丽亚穆·吾斯曼, 刘颖, 谷岩\*  
(吉林农业大学农学院, 长春 130118)

**摘要:** 实行玉米||大豆条带间作复合种植是东北粮食主产区种植业结构调整的重要途径。本研究比较了玉米单作(M)、大豆单作(S)、玉米||大豆2:2条带间作(M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>)和玉米||大豆4:4条带间作(M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>)四种模式的光能利用特征、产量及经济收入。结果表明,条带间作提高了玉米的光合能力、降低了大豆的光合能力,条带间作玉米光合速率、气孔导度、胞间CO<sub>2</sub>浓度和蒸腾速率均显著高于M,而大豆均低于S。玉米条带间作ΦPSII、qP、NPQ均显著高于M,而大豆条带间作ΦPSII、qP、NPQ均显著低于S。条带间作显著提高了玉米播种带内的产量而降低了大豆播种带内的产量。条带间作的作物总产量均显著高于S而低于M,但是总经济收入均显著高于M、S,以M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>经济收入最高。M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>和M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>处理LER均大于1,存在间作优势。

**关键词:** 玉米||大豆条带间作;光合速率;叶绿素荧光特性;产量;经济收入

中图分类号: S344.2

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2023)06-0001-05

## Effects of Light Energy Utilization Characteristics, Yield and Economic Output of Maize-Soybean Strip Intercropping

ZHENG Haoyuan, CHEN Xifeng, GUO Danyang, CHEN Rui, Mariamu·Usman, LIU Ying, GU Yan\*

(College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** The implementation of composite planting of maize-soybean strip intercropping is an important approach for the structural adjustment of crop in the main grain producing areas of northeast China. The characteristics of light energy utilization, yield and economic output of four models of maize single(M), soybean single(S), maize-soybean 2:2 (M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>) and 4:4 (M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>) intercropping systems were compared in this study. The results showed that the photosynthetic rate, stomatal conductance, intercellular CO<sub>2</sub> concentration and transpiration rate of intercropping maize were significantly higher than M, while those of soybean were lower than S. Corn strip intercropping ΦPSII, qP, NPQ were significantly greater than M, and soybean intercropping strips were significantly lower ΦPSII, qP, NPQ in S. Stripe intercropping significantly increased corn yield and decreased soybean yield in the seeding zone. The compound crop yield of stripe intercropping was significantly higher than S and lower than M, but the compound economic output value was significantly higher than M and S, with the highest economic output value of M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>. Both M<sub>2</sub>S<sub>2</sub> and M<sub>4</sub>S<sub>4</sub> treatment LER were greater than 1, and had intercropping advantage.

**Key words:** Maize-soybean strip intercropping; Photosynthetic rate; Chlorophyll fluorescence characteristic; Yield; Economic output

针对东北平原玉米、大豆长期单作导致的生产和环境问题<sup>[1-2]</sup>,我国种植业结构调整长远规划明确指出,今后的粮食生产在保障安全供给的前

提下,要有利于提高资源利用效率,改善耕地质量,更要符合农业可持续发展的长远目标<sup>[3-4]</sup>。实行玉米||大豆条带间作对东北粮食主产区种植业结构调整具有重要作用。通过对玉米与小麦<sup>[5]</sup>、大豆<sup>[6]</sup>、苜蓿<sup>[7]</sup>等间作模式研究得出,不同高矮作物间作种植,可在空间和时间上提高作物对光、温及养分的综合利用,同时对土壤养分平衡,生态环境保护均具有正向效应<sup>[8]</sup>。在间作模式中,以玉米大豆间作最为常见,不仅能够合理利用光

收稿日期: 2020-11-13

基金项目: 吉林省教育厅科学技术研究项目(JJKH20230398KJ);  
吉林农业大学国家级大学生创新创业训练计划项目  
(201810193022)

作者简介: 郑皓远(2000-),男,在读本科,研究方向为作物栽培。

通讯作者: 谷岩,女,博士,教授, E-mail: guyan810831@163.com

照等资源,还能实现粮油同步增产,缓解国内大豆紧缺的现状。此外,利用豆类根瘤菌的固氮能力,可促进氮素向禾本科作物转移,减少氮肥用量<sup>[9]</sup>。焦念元等<sup>[10]</sup>研究表明,间作下高秆作物玉米光合速率明显大于单作,净光合速率可提高13.15%~42.24%。间作会延长玉米接收光照的时间,同时增加叶片光合有效面积,玉米冠层内部的光照强度相比单作提高45.8%<sup>[11]</sup>。当玉米与花生、马铃薯等间作其土地利用率均高于各自单作<sup>[5,10]</sup>。有关东北粮食主产区玉米大豆条带间作光能利用特征及复合效应仍需进行系统深入的研究。为此,本研究在玉米高密度条件下开展了玉米||大豆条带间作对作物光合参数、叶绿素荧光特性、产量及经济收入的综合影响。以期为东北平原实行高密度玉米||大豆条带间作种植提供理论依据和技术参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地点与材料

试验于2018~2019年在吉林农业大学试验田进行。土壤为典型黑土,上等肥力水平,有机质含量26.70 g/kg,碱解氮121.00 mg/kg,速效磷16.60 mg/kg,速效钾121.00 mg/kg,全氮1.637 g/kg,全磷0.86 g/kg,pH值6.70。试验玉米品种为先玉335,大豆品种为吉农40。

### 1.2 试验设计

试验设置4个处理,玉米单作(M)、大豆单作(S)、玉米||大豆2:2条带间作(M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>)、玉米||大豆4:4条带间作(M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>),3次重复。玉米、大豆行距均为0.65 m,条带间作与单作玉米株距均为19.23 cm(8.00万株/hm<sup>2</sup>)、大豆株距7.6 cm(20.00万株/hm<sup>2</sup>)。

### 1.3 测定项目与方法

#### 1.3.1 光合参数的测定

在大豆鼓粒期、玉米灌浆期,选择晴朗无风的天气,9:00~11:30使用美国Li-COR公司生产的Li-6400光合测定系统测定光合速率、气孔导度、叶片胞间CO<sub>2</sub>浓度和蒸腾速率。M、S和M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>处理分别在各自小区中间行选取代表性植株5株,M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>处理从边行和中间行各取代表性植株5株,测定大豆倒3叶中间小叶和玉米穗位叶的光合参数指标。

#### 1.3.2 叶绿素荧光参数的测定

使用Mini-PAM便携式叶绿素荧光仪测定暗适应最大荧光(F<sub>m</sub>)、暗适应初始荧光(F<sub>o</sub>),光下

最大荧光(F<sub>m</sub>')和光下初始荧光(F<sub>o</sub>'),根据公式计算出PS II最大量子产量(F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>)、PS II实际量子产量(ΦPS II)、光化学淬灭系数(qP)和非光化学淬灭系数(NPQ)。计算公式如下:F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>=(F<sub>m</sub>-F<sub>o</sub>)/F<sub>m</sub>; qP=(F<sub>m</sub>'-F)/(F<sub>m</sub>'-F<sub>o</sub>); ΦPSII=(F<sub>m</sub>'-F)/F<sub>m</sub>'; NPQ=(F<sub>m</sub>-F<sub>m</sub>')/F<sub>m</sub>'。不同处理田间测定方式同1.3.1。

#### 1.3.3 地上部干物质量的测定

在玉米灌浆期和成熟期、大豆结荚期和鼓粒期,M、S和M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>处理分别在各自小区中间行(M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>处理分别从边行和中间行),选取有代表性植株玉米3株、大豆5株,带回实验室,将玉米的叶片、叶鞘、茎、雌穗、雄穗各部位分开,大豆的叶、荚、茎分开,放入烘箱105℃杀青30 min、80℃烘干至恒重,用天平称量各部位的干重。

#### 1.3.4 作物产量的测定

在成熟期,M、S处理分别选取各自小区中间2行全部收获进行测产。而测定不同条带间作处理产量时,将玉米播种带内的所有玉米收获计算玉米带内产量,同时将大豆带内的所有大豆收获计算大豆带内产量;根据不同处理玉米大豆所占面积比例和各自条带内的产量计算条带间作处理的作物总产量。各处理分别选取有代表性的玉米10株、大豆15株进行考种,测定相关指标。

#### 1.3.5 土地当量比的计算

依据下列公式计算土地当量比(LER)。

$$LER=Y_{im}/Y_{mm}+Y_{is}/Y_{ms}$$

其中,Y<sub>im</sub>为条带间作下玉米的产量,Y<sub>mm</sub>为单作玉米的产量,Y<sub>is</sub>为条带间作大豆的产量,Y<sub>ms</sub>为单作大豆的产量。

## 1.4 数据分析

采用Microsoft Excel 2010、SPSS 19.0软件对数据进行处理分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 条带间作对玉米、大豆光合参数和水分利用率的影响

由图1可知,条带间作下玉米的光合速率(P<sub>n</sub>)、气孔导度(G<sub>s</sub>)、胞间CO<sub>2</sub>浓度(C<sub>i</sub>)、蒸腾速率(T<sub>r</sub>)均高于M。玉米在M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>处理下的P<sub>n</sub>和T<sub>r</sub>最高,分别比M处理高37.1%和32.9%;M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>处理分别比M处理高29.07%和24.58%,均达到了差异极显著水平。在M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>处理下玉米C<sub>i</sub>和G<sub>s</sub>最高,分别比M处理高92.1%和198.7%,达到差异极显著水平。条带间作处理下大豆P<sub>n</sub>和G<sub>s</sub>极显著低于

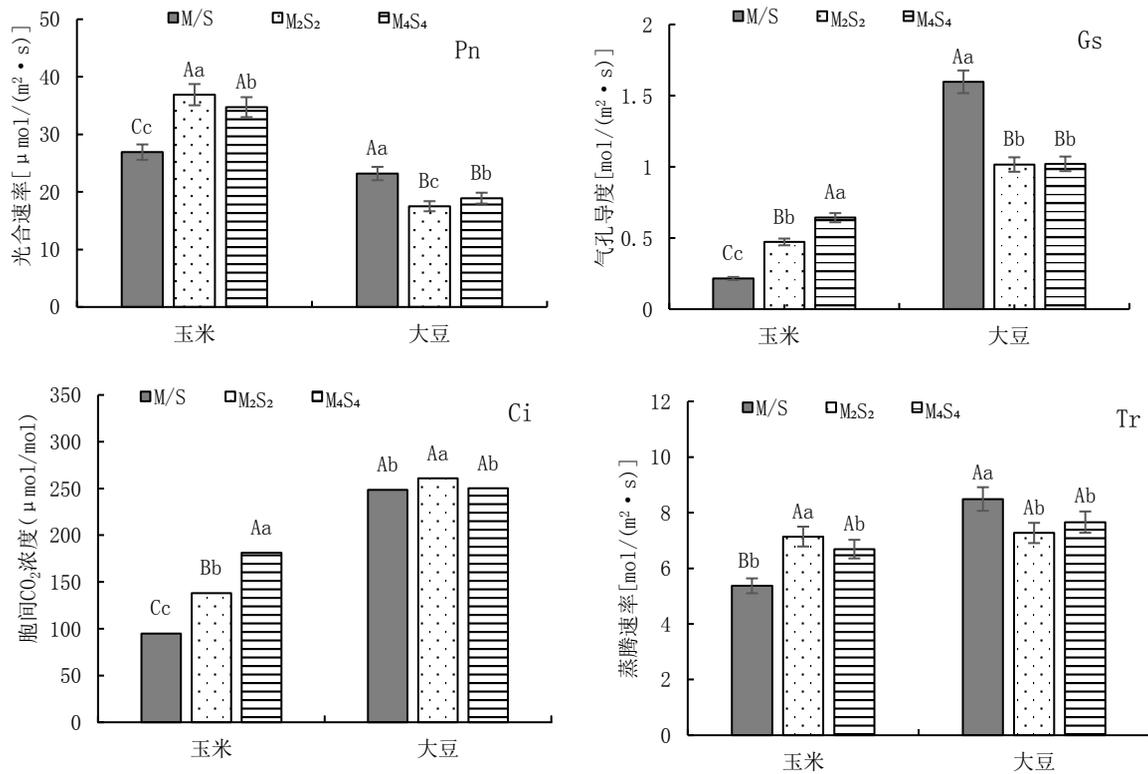


图1 不同处理光合速率、气孔导度、胞间CO<sub>2</sub>浓度、蒸腾速率的比较

S, M<sub>2</sub>S<sub>2</sub> 和 M<sub>4</sub>S<sub>4</sub> 处理的 Pn 分别比 S 低 24.5% 和 18.5%、气孔导度 G<sub>s</sub> 分别比 S 低 36.4% 和 36.1%。M<sub>2</sub>S<sub>2</sub> 和 M<sub>4</sub>S<sub>4</sub> 处理大豆叶片 Tr 显著低于 S 处理。

## 2.2 条带间作对玉米大豆叶绿素荧光参数的影响

由表 1 可知,条带间作玉米和大豆的 F<sub>o</sub>、F<sub>m</sub> 有显著提高趋势;与单作相比,玉米 M<sub>4</sub>S<sub>4</sub> 处理的 F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> 显著提高,大豆 M<sub>2</sub>S<sub>2</sub> 和 M<sub>4</sub>S<sub>4</sub> 处理的 F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> 显著降低。玉米间作处理的 qP、ΦPSII 和 NPQ 分别

比 M 提高 70.21%、10.08%、119.79%,而间作大豆 qP、ΦPSII、NPQ 分别比 S 降低 50.87%、25.59%、21.76%。不同处理玉米 F<sub>o</sub>、qP、ΦPSII 和 NPQ 由高到低依次为 M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>>M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>>M。不同处理大豆 qP、ΦPSII 由高到低依次为 S>M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>>M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>,而 F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>、NPQ 由高到低依次为 S>M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>>M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>。可见,条带间作提高了玉米而降低了大豆的光合荧光能力。

表 1 不同处理功能叶片叶绿素荧光参数的比较

处理	F <sub>o</sub>	F <sub>m</sub>	F <sub>v</sub> /F <sub>m</sub>	qP	ΦPSII	NPQ	
玉米	M	403.50Bb	1 799.76Bc	0.775 2Bb	0.288 7Cc	0.123 0Bb	0.669 9Cc
	M <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	415.01Aa	1 848.52Bb	0.775 5ABb	0.565 5Aa	0.138 0Aa	1.700 6Aa
	M <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	413.12ABa	1 948.55Aa	0.788 0Aa	0.417 3Bb	0.132 8Aa	1.244 1Bb
	S	228.53Bb	1 257.59Bb	0.818 4Aa	0.677 5Aa	0.181 6Aa	2.148 9Aa
大豆	M <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	267.57Aa	1 338.71Aa	0.800 1Bb	0.401 6Cc	0.128 5Cc	1.774 1Bb
	M <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	265.65Aa	1 322.57Aa	0.799 3Bb	0.496 5Bb	0.160 7Bb	1.755 6Bb

注:大、小写字母不同分别表示在 0.01 和 0.05 水平上差异显著,下同

## 2.3 条带间作对玉米、大豆干物质质量的影响

由表 2 可知,与 M 相比,间作处理玉米在灌浆期的叶干重、叶鞘干重、茎干重、雌穗干重、单株干重分别提高 33.72%、32.45%、46.77%、109.72%、59.33%;条带间作下玉米叶重百分比、叶鞘重百分比、茎重百分比均显著下降,但雌穗百分比显著提高。玉米在成熟期各部位干物质变化与鼓粒

灌浆期一致,叶干重、叶鞘干重、茎干重、雌穗干重、单株干重与 M 相比分别提高 57.24%、17.48%、34.81%、35.41%、33.71%;M<sub>4</sub>S<sub>4</sub> 雌穗干重百分比与 M 相比显著升高。

由表 3 可知,与 S 相比,条带间作的大豆在结荚期荚干重、叶干重、茎干重、单株干重分别降低 59.49%、46.34%、83.80%、56.90%;间作大豆叶重

表2 不同处理玉米各部位干物质积累及分配的比较

生育时期	处理	叶干重(g)	叶鞘干重(g)	茎干重(g)	雌穗干重(g)	雄穗干重(g)	单株干重(g)	叶重百分比(%)	叶鞘重百分比(%)	茎重百分比(%)	雌穗百分比(%)
灌浆期	M	42.78Cc	19.60Bc	43.18Cc	44.65Cc	2.04Aa	152.26Cc	28.10Aa	12.88Aa	28.36Aa	29.32Bb
	M <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	61.41Aa	27.59Aa	71.35Aa	100.43Aa	2.76Aa	263.54Aa	23.30Bb	10.47Ab	27.07Ab	38.11Aa
	M <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	53.01Bb	24.34Ab	55.40Bb	86.83Bb	2.06Aa	221.64Bb	23.92Bb	10.98Ab	25.00Bc	39.18Aa
成熟期	M	31.16Cc	20.16Bc	55.67Cc	212.53Cc	2.12Aa	321.64Cc	9.71Aa	6.28Aa	17.29Aa	66.07Aa
	M <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	51.56Aa	27.21Aa	94.43Aa	363.04Aa	2.22Aa	538.46Aa	9.58Aa	5.04Ab	17.52Aa	67.45Aab
	M <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	46.43Bb	26.12Ab	82.23Bb	337.98Bb	2.16Aa	494.92Bb	9.36Aa	5.28Ab	16.58Aa	68.33Ab

表3 不同处理大豆各部位干物质积累及分配的比较

生育时期	处理	荚干重(g)	叶干重(g)	茎干重(g)	单株干重(g)	荚重百分比(%)	叶重百分比(%)	茎重百分比(%)
结荚期	S	17.65Aa	10.81Aa	3.37Aa	31.83Aa	55.46Aa	19.49Aa	17.27Aa
	M <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	9.33Cc	6.2Cc	1.35Cc	16.88Cc	55.28Ab	11.22Bc	12.04Bb
	M <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	12.8Bb	8.57Bb	2.31Bb	23.69Bb	54.04Ab	15.87Bb	14.58Bb
鼓粒期	S	23.96Aa	14.61Aa	13.80Aa	52.36Aa	45.76Aa	27.89Bc	26.35ABb
	M <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	11.39Cc	9.84Cc	8.30Cc	29.53Cc	38.57Bb	33.33Ab	28.10Aa
	M <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	14.03Bb	12.91Bb	9.15Bb	36.09Bb	38.89Bb	35.76Aa	25.34Bb

百分比、茎重百分比均显著下降。大豆鼓粒期,条带间作大豆荚干重、叶干重、茎干重、单株干重分别比S处理降低88.46%、28.41%、58.19%、59.60%;条带间作使大豆鼓粒期荚重百分比显著下降,但叶重百分比有所增加。M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>处理大豆干物质重的降幅最大。

#### 2.4 条带间作对玉米、大豆产量和经济收入的影响

由表4可知,条带间作下玉米播种带内平均产量比M提高65.89%,而大豆播种带内产量比S

降低50.78%。间作玉米大豆总产量与S相比提高238.84%,但是低于M,各处理总产量由高到低依次为:M>M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>>M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>>S。间作条件下的土地当量比均大于1,存在间作优势,在M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>条件下的LER最高,达到了1.138。间作条件下玉米播种带内的经济收入比M显著提高,大豆播种带内的经济收入比S显著下降,但玉米大豆总经济收入分别比S、M增加35.05%、9.94%,M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>处理下的总经济收入最高。总经济收入由高到低依次为:M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>>M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>>M>S。

表4 不同处理作物产量、土地当量比(LER)及经济收入比较

处理	玉米带内产量(kg/hm <sup>2</sup> )	大豆带内产量(kg/hm <sup>2</sup> )	带内产量(kg/hm <sup>2</sup> )			LER	玉米带内收入(元/hm <sup>2</sup> )	大豆带内收入(元/hm <sup>2</sup> )	带内经济收入(元/hm <sup>2</sup> )		
			玉米产量	大豆产量	总产量				玉米	大豆	总收入
S	-	2 997.5a	-	2 997.5a	2 997.5c	1.000	-	10 791.0a	-	10 791.0a	10 791.0d
M	11 046.5c	-	11 046.5a	-	11 046.5a	1.000	13 255.8c	-	13 255.8a	-	13 255.8c
M <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	18 576.3a	1 633.6b	9 288.1b	816.8c	10 104.9b	1.097	22 291.5a	5 881.0c	11 145.8b	2 940.51c	14 086.3b
M <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	18 074.3b	2 342.4c	9 037.2b	1 171.2b	10 208.4b	1.138	21 689.2b	8 432.7b	10 844.6b	4 216.33b	15 060.9a

注:玉米商品粮价格按1.20元/kg,大豆商品粮价格按3.60元/kg计算

### 3 讨论

土地当量比(LER)是土地利用率的反映形式。本研究中,M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>、M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>两种间作模式的LER均大于1,且M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>的LER最大,说明两种模式对土地的利用率均高于单作,间作可以提高土地利用

率。禾本科作物和豆科作物间作能够提高光能利用率,将更多的光能转化成有机物质<sup>[12]</sup>。本研究发现玉米||大豆条带间作能显著提高玉米的叶绿素荧光参数qP、ΦPSII、NPQ及其光合参数Pn、Gs、Ci、Tr,而大豆表现则相反;M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>的光合速率高于M处理37.1%,这与刘鑫等的研究结果一致<sup>[13]</sup>。本

研究同时得出,条带间作玉米各部位干重与M相比均显著增加,而间作大豆各部位干重降低,这与庞成民等的研究结果一致<sup>[14]</sup>。作物产量90%左右来自光合作用,而光环境的改变会直接影响产量<sup>[15]</sup>。本研究结果表明,间作显著增加了玉米播种带内产量,而降低了大豆播种带内产量,玉米的遮光作用是导致大豆带内产量降低的主要原因。本研究中,虽然M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>和M<sub>2</sub>S<sub>2</sub>模式下作物总产量均小于M,但其总经济收入显著大于M和S,条带间作是提高该区作物经济总收入的重要途径。

## 4 结 论

条带间作显著提高了玉米的叶绿素荧光参数,降低了大豆的叶绿素荧光参数,使玉米的光合能力显著高于M,而大豆光合能力低于S。以上光能利用特征的变化使间作玉米单株干物质积累能力显著增加而大豆降低,结果导致玉米播种带内产量显著高于M,大豆播种带内产量显著低于S。条带间作处理的作物总产量均低于M,但是总经济收入均显著高于M、S,其中以M<sub>4</sub>S<sub>4</sub>经济收入最高。条带间作处理LER>1,说明存在间作优势。在东北粮食主产区实行玉米||大豆条带间作可提高对光资源的利用能力、增加产量及经济收入,该模式可作为当前种植业结构调整的潜在途径。

## 参考文献:

- [1] 陈喜凤,孙宁,谷岩,等.钾调控对大豆茎秆抗倒性能的影响[J].吉林农业科学,2013,38(5):25-28.
- [2] 王学江,石湜心,刘昌春,等.增效磷肥在黑土区玉米上的应用效果研究[J].东北农业科学,2020,45(6):74-77.
- [3] 刘静,连煜阳.种植业结构调整对化肥施用量的影响[J].农业环境科学学报,2019,38(11):2544-2552.
- [4] 孟凡钢,饶德民,柳伟先,等.不同大豆品种对氮磷钾肥的响应鉴定研究[J].东北农业科学,2020,45(5):9-12,49.
- [5] 肖玉江,朱蒙华,鞠秀平.玉米与矮秆(早熟)作物间、套立体种植是提高粮食单产的重要措施[J].吉林农业科学,1997,22(3):38-40.
- [6] 高阳,申孝军,杨林林,等.不同水氮处理对玉米-大豆间作群体内作物光能截获、竞争和利用的影响[J].生态学报,2015,35(3):815-822.
- [7] 蔺芳,刘晓静,童长春,等.间作对不同类型饲料作物光能利用特征及生产能力的影响[J].应用生态学报,2019,30(10):3452-3462.
- [8] 高阳,段爱旺,刘战东,等.玉米/大豆间作条件下的作物根系生长及水分吸收[J].应用生态学报,2009,20(2):307-313.
- [9] 王晓维,杨文亭,缪建群,等.玉米-大豆间作和施氮对玉米产量及农艺性状的影响[J].生态学报,2014,34(18):5275-5282.
- [10] 焦念元,杨萌珂,宁堂原,等.玉米花生间作和磷肥对间作花生光合特性及产量的影响[J].植物生态学报,2013,37(11):1010-1017.
- [11] Zhang G G, Yang Z B, Dong S T. Interspecific competitiveness affects the total biomass yield in an alfalfa and corn intercropping system[J]. Field Crops Research, 2011, 124(1): 66-73.
- [12] 张俊平,贾利英.小麦/玉米/玉米间套作的光分布特征及其利用研究[J].河北北方学院学报(自然科学版),2005,21(2):27-30.
- [13] 刘鑫.玉豆带状间作系统光能分布、截获与利用研究[D].雅安:四川农业大学,2016.
- [14] 庞民,郭宪峰,杨远存.夏玉米、大豆间作“2:2”式产量与效益分析[J].农业科技通讯,2020(8):105-107.
- [15] 陈喜凤,孙宁,谷岩,等.杂交大豆与普通大豆关键生理特性的比较研究[J].大豆科学,2014,33(6):853-856.

(责任编辑:范杰英)