

玉米甘薯间作对玉米产量形成相关因子的影响

谢幸华¹, 郭书亚², 卢广远^{2*}, 张艳², 尚赏²

(1. 河南省商丘市农产品质量安全中心, 河南商丘 476000; 2. 河南省商丘市农林科学院, 河南商丘 476000)

摘要 [目的] 研究玉米甘薯间作对玉米产量形成相关因子的影响。[方法] 研究3种植方式(单作玉米、玉米甘薯间作2:8型和1:8型)及2个施氮水平(300、450 kg/hm²)对玉米产量形成相关因子的影响。[结果] 玉米甘薯间作与单作玉米相比增加了各生育时期的单株叶面积, 提高了叶面积指数和单株干物质积累速率, 促进了干物质向籽粒分配, 使玉米单株产量提高。增施氮肥处理明显提高了间作玉米单株叶面积、叶面积指数和各生育时期的干物质积累, 减少了干物质向籽粒分配。间作玉米单株产量高于单作玉米。[结论] 玉米甘薯间作种植能够增加单位土地面积上作物产量, 有利于保障粮食安全和提高农民收入。

关键词 玉米; 甘薯; 间作; 产量; 相关因子

中图分类号 S344.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)09-039-03

Effects of Corn-Sweet Potato Intercropping on the Relevant Factors of Corn Yield FormationXIE Xing-hua¹, GUO Shu-ya², LU Guang-yuan^{2*} et al (1. Henan Shangqiu Agricultural Product Quality Safety Center, Shangqiu, Henan 476000; 2. Shangqiu Academy of Agriculture and Forestry, Shangqiu, Henan 476000)

Abstract [Objective] To research the effects of intercropping of corn and sweet potato on the relevant factors of corn yield formation. [Method] Two planting forms were designed with the ratio of maize monoculture to maize-sweet potato intercropping being 2:8 and 1:8. And two nitrogen levels of 300 and 450 kg/hm² were set to research the effects on corn yield relevant factors. [Result] Compared with maize monoculture, maize-sweet potato intercropping enhanced the leaf area per plant, leaf area index, and dry-matter accumulation per plant in different growth stages, promoted the allocation of dry matters to grain, and enhanced the corn yield per plant. Increasing nitrogen treatment significantly improved the leaf area per plant, leaf area index and dry matter accumulation in maize-sweet potato intercropping, and reduced the allocation of dry matters to grain. Maize-sweet potato intercropping had higher dry matter content than maize monoculture. [Conclusion] Maize-sweet potato intercropping enhances the crop yield per unit land area, and is helpful to ensure the grain safety and enhance the farmers' income.

Key words Corn; Sweet potato; Intercropping; Yield; Relevant factors

能源是国家经济和社会发展的重要物质基础, 发展环保可再生替代的生物质能源已成为各国发展的重大战略任务^[1]。玉米、甘薯同为生物能源, 近年来玉米产业逐渐发展, 而甘薯种植面积有所下降, 目前玉米、甘薯等作物争地的矛盾比较突出。间作是一种能集约利用光、热、肥、水等自然资源的种植方式^[2], 是我国传统精耕细作农业的重要组成部分^[3-4]。有关玉米与大豆、花生、马铃薯及各种蔬菜间作有较多的报道^[5-12], 笔者所在课题组曾对玉米甘薯间作栽培模式和效益等有过报道^[13-15], 而关于玉米与甘薯间作对玉米干物质积累和分配的报道很少。笔者以单作玉米为对照, 研究玉米与甘薯间作对玉米干物质积累和分配的影响, 为肥料调控、实现玉米甘薯间作高产提供理论依据。

1 材料与方**1.1 材料** 供试作物为玉米(郑单958)和甘薯(商薯9号)。**1.2 方法** 试验于2015年在河南省商丘市农林科学院玉米试验站夏邑县会亭镇试验基地进行。试验设3种植方式: 单作玉米(SM)、玉米甘薯间作1:8型(IM₁)、玉米甘薯间作2:8型(IM₂)^[16-17]; 2个施氮水平: 300 kg/hm²(N₁)、450 kg/hm²(N₂), 共6个处理(表1), 3次重复, 采用完全随机区组设计。小区行长5 m, 单作玉米20行, 小区面积60 m²; 间作每小区6带, 1:8型小区面积192 m², 2:8型小区面积216

m²。单作玉米行距60.0 cm, 株距21.4 cm, 密度7.50万株/hm²。间作体系中, 1:8型: 甘薯采用垄作种植, 垄距80 cm, 垄高25~30 cm, 每垄种植1行, 株距23~28 cm, 种植密度4.50万~5.25万株/hm², 每隔8垄甘薯于垄沟内套种1行玉米, 株距17~21 cm, 每穴2株, 种植密度1.50万~1.80万株/hm²; 2:8型: 甘薯采用垄作种植, 垄距80 cm, 垄高25~30 cm, 每垄种植1行, 株距21~25 cm, 种植密度4.50万~5.25万株/hm², 每隔8垄甘薯种植1垄2行玉米, 玉米间行距40 cm, 株距15~19 cm, 每穴1株, 种植密度1.50万~1.80万株/hm²。各处理均施基磷肥(P₂O₅)120 kg/hm²、钾肥(K₂O)150 kg/hm², 氮肥按基追比1:1分2次施用, 于玉米大喇叭期追施。小区四周埋油毡0.5 m, 防止肥料扩散。甘薯6月8日播种, 10月20日收获; 玉米6月12日播种, 9月25日收获, 作物共处期103 d。

表1 不同处理编号

Table 1 Codes of different treatments

种植方式 Planting form	施氮水平 Nitrogen application level	
	N ₁	N ₂
SM	A ₁	A ₄
IM ₁	A ₂	A ₅
IM ₂	A ₃	A ₆

1.3 项目测定**1.3.1 干物质。**在玉米拔节期、大喇叭口期、开花期、收获期取样, 各处理取3株具代表性的植株, 105℃杀青20 min, 85℃烘干至恒重, 用千分之一的电子天平称重。**1.3.2 叶面积。**在取样测定干物质同时, 测量其叶面积。**基金项目** 河南省现代农业产业技术体系建设专项(Z2015-02-02); 河南省博士后研发基地项目。**作者简介** 谢幸华(1970-), 女, 河南夏邑人, 高级农艺师, 从事农作物栽培研究。*通讯作者, 研究员, 从事玉米育种栽培研究。**收稿日期** 2016-03-14

各处理用打孔器取一定面积(S_1)的绿色叶片,烘干称其质量为 M_1 ,其他绿叶面积烘干称其质量为 M_2 ,总面积为 S , $S = \frac{(M_1 + M_2)S_1}{M_1}$ 。叶面积指数就是单位土地面积上的绿叶面积占单位土地面积的比例。

1.3.3 产量。收获期单作玉米收取中间的4行,间作玉米1:8型收获中间4带的4行玉米,2:8型收获中间2带的4行玉米,测其籽粒产量。1:8型间作体系中玉米面积占间作总面积的比例为1/8,2:8型间作体系中玉米面积占间作总面积的比例为2/9。将间作玉米产量换算成可比面积产量。

2 结果与分析

2.1 单株干物质积累与分配 由表2可知,间作玉米单株干物质积累速率比单作玉米要高。整个生育期,2种间作模式玉米单株干物质质量都大于单作玉米。在收获期时,在 N_1 水平下,处理 A_2 比处理 A_1 干物质积累高33.03 g/株,处理 A_3 比处理 A_1 干物质积累高29.33 g/株;在 N_2 水平下,处理 A_5 比处理 A_4 干物质积累高27.82 g/株,处理 A_6 比处理 A_4 干物质积累高35.94 g/株;在同一种种植模式下,单作玉米处理 A_4 比处理 A_1 干物质积累高20.02 g/株,1:8型间作体系处理 A_5 比处理 A_2 干物质积累高14.81 g/株,2:8型间作体系处理 A_6 比处理 A_3 干物质积累高26.63 g/株,说明增施氮肥能明显促进单作、间作玉米收获期的干物质积累。

表2 玉米甘薯间作对玉米单株干物质积累的影响

Table 2 Effects of maize-sweet potato intercropping on dry matter accumulation per plant g

处理 Treatment	拔节期 Jointing stage	大喇叭口期 Bell stage	开花期 Flowering stage	收获期 Harvesting stage
A_1	20.74	42.13	110.12	292.43
A_2	22.46	46.57	119.64	325.46
A_3	21.85	49.24	123.41	321.76
A_4	21.53	44.31	118.53	312.45
A_5	24.17	48.62	124.24	340.27
A_6	23.79	52.16	126.74	348.39

由表3可知,不论是单作还是间作收获期玉米干物质在各器官的分配从大到小依次为:籽粒、茎、叶、穗轴、苞叶。玉米甘薯间作提高了玉米干物质向籽粒的分配,说明间作有利于光合产物向“库”——籽粒中运输。处理 A_2 、 A_3 干物质分别比处理 A_1 向籽粒分配高4.21个百分点和2.02个百分点,

表3 玉米甘薯间作对玉米单株干物质分配的影响

Table 3 Effects of maize-sweet potato intercropping on dry matter allocation per plant %

处理 Treatment	叶 Leaf	茎 Stem	苞叶 Bract	穗轴 Ear axis	籽粒 Grain
A_1	11.23	24.52	4.95	6.12	53.18
A_2	9.85	22.31	4.53	5.92	57.39
A_3	10.92	23.08	4.72	6.08	55.20
A_4	11.86	25.73	5.06	6.24	51.11
A_5	10.85	23.71	4.86	6.07	54.51
A_6	11.07	24.19	4.98	6.18	53.58

处理 A_5 、 A_6 干物质分别比处理 A_4 向籽粒分配高3.40个百分点和2.47个百分点。而增施氮肥促进了干物质向叶、茎、苞叶和穗轴的分配,从而降低了向籽粒分配,处理 A_1 比处理 A_4 、处理 A_2 比处理 A_5 、处理 A_3 比处理 A_6 在籽粒分配上分别增高2.07个百分点、2.88个百分点、1.62个百分点。

2.2 单株叶面积与叶面积指数 由表4、5可知,各处理玉米单株叶面积和叶面积指数均随生育期呈先增长后减小的变化趋势,均在玉米开花期达到最大值。与单作玉米相比,间作增高了玉米各生育时期的单株叶面积(表4),但间作玉米的叶面积指数却明显低于单作玉米(表5)。这是由于间作玉米密度降低,个体发育空间大,生长势强,造成单株叶面积较大,单位土地面积上的叶面积比单作小的多,从而使叶面积指数降低。从施氮水平看,增施氮肥能明显提高单作、间作玉米单株叶面积和叶面积指数。

表4 玉米甘薯间作对玉米单株叶面积的影响

Table 4 Effects of maize-sweet potato intercropping on leaf area per corn plant m^2

处理 Treatment	拔节期 Jointing stage	大喇叭口期 Bell stage	开花期 Flowering stage	收获期 Harvesting stage
A_1	0.31	0.46	0.97	0.76
A_2	0.34	0.54	1.12	0.84
A_3	0.33	0.51	1.09	0.79
A_4	0.33	0.49	1.01	0.71
A_5	0.37	0.58	1.15	0.81
A_6	0.35	0.59	1.11	0.73

表5 玉米甘薯间作对玉米单株叶面积指数的影响

Table 5 Effects of maize-sweet potato intercropping on leaf area index per plant

处理 Treatment	拔节期 Jointing stage	大喇叭口期 Bell stage	开花期 Flowering stage	收获期 Harvesting stage
A_1	2.32	3.45	7.27	5.70
A_2	0.56	0.89	1.85	1.39
A_3	0.54	0.84	1.80	1.30
A_4	2.47	3.67	7.57	5.32
A_5	0.61	0.96	1.90	1.34
A_6	0.58	0.97	1.83	1.20

2.3 玉米产量 由表6可知,玉米甘薯间作明显提高了玉米单株产量,处理 A_2 、 A_3 分别比处理 A_1 单株产量高3.13%和4.50%,处理 A_5 、 A_6 分别比处理 A_4 单株产量高0.83%和8.23%。增施氮肥也有利于单作、间作玉米单株产量的提高,处理 A_4 比处理 A_1 、处理 A_5 比处理 A_2 、处理 A_6 比处理 A_3 在产量上分别提高2.76%、0.48%、6.43%。在单位面积的玉米总产量中,单作高于间作,这是由于间作玉米种植的面积较小,玉米甘薯间作以甘薯生产为主。

3 结论

同玉米单作种植相比,玉米甘薯间作种植条件下玉米生长的外部因素发生了很大的变化,玉米的边际效应显著,间作群体内玉米干物质积累和分配与单作相比有显著差异。

表6 玉米甘薯间作对玉米产量的影响

Table 6 Effects of maize-sweet potato intercropping on corn yield

处理 Treatment	单株产量 Yield per plant//g	产量 Yield//kg/hm ²
A ₁	167.83	12 586.92
A ₂	173.08	2 855.81
A ₃	175.39	2 893.96
A ₄	172.47	12 935.43
A ₅	173.91	2 869.55
A ₆	186.67	3 080.01

该研究表明:间作增加了玉米各生育时期的单株叶面积,但间作玉米的叶面积指数明显低于单作玉米,从施氮水平看,增施氮肥能明显提高单作、间作玉米单株叶面积和叶面积指数;间作玉米单株干物质积累的速率比单作玉米要高,整个生育期,2种间作模式玉米单株干物质质量都大于单作玉米,增施氮肥能明显促进单作、间作玉米各生育时期的干物质积累;玉米甘薯间作提高了玉米干物质向籽粒的分配,说明间作有利于光合产物向“库”——籽粒中运输,而增施氮肥促进了干物质向叶、茎、苞叶和穗轴的分配,从而降低了向籽粒分配;间作明显提高了玉米单株产量,增施氮肥也有利于单作、间作玉米单株产量的提高。玉米甘薯间作种植能够增加单位土地面积上作物产量,增加单位土地面积的经济效益,从而有利于保障粮食安全和提高农民收入。

参考文献

[1] 黄咏梅,陈天渊,李彦青,等.玉米与甘薯间套作种植模式效益研究

(上接第38页)

理⑤次之,产值为77 739.90元/hm²,较处理⑥增加产值10 996.80元/hm²;处理④产值最少,为73 196.70元/hm²,较处理⑥增加产值6 453.60元/hm²。从投入产出比结果来看,处理②投入产出比最大,为1:3.04,处理⑤投入产出比为1:2.97,处理①投入产出比为1:2.82,处理⑥投入产出比最小,为1:2.37。

3 小结

该研究表明,处理②[N:P:K=22:20:20(62%)]合理的氮、磷、钾比对番茄的株高、挂果枝、挂果数等都有较好的促进作用,能为番茄的高产奠定良好的基础;5个配方肥处理番茄均比当地常规处理增产,以处理②表现最好,增产率最

[J].广西农学报,2011,26(6):16-19.

- [2] LIU Z H, HAN X L, ZHAO M Z, et al. Studies on soil energy utilization, crop competition and yield analysis in doublecropped wheat fields in the North China plain[J]. Acta agronomica sinica, 1981, 7(1): 63-71.
- [3] 李凤超. 种植制度的理论与实践[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 21-33.
- [4] 卢良恕. 中国立体农业模式[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1993: 59-67.
- [5] 高阳, 段爱旺, 刘祖贵, 等. 间作种植模式对玉米和大豆干物质积累与产量组成的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(2): 214-221.
- [6] 焦念元, 陈明灿, 宁堂原, 等. 玉米花生间作对玉米干物质积累与分配的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(36): 11782-11783.
- [7] 郑顺林, 袁继超, 李德林, 等. 马铃薯、玉米套作模式下田间配置及群体优化[J]. 中国马铃薯, 2010, 24(2): 80-83.
- [8] 廉雪娜. 玉米、马铃薯间套作技术及其增产原因分析[J]. 现代农业, 2011(2): 65.
- [9] 郑元红, 潘国元, 刘文贤, 等. 玉米-马铃薯间套作不同分带平衡丰产技术研究[J]. 中国马铃薯, 2007, 21(6): 346-348.
- [10] 潘玖琴, 胡静, 戴惠学. 马铃薯-甜玉米-伏豇豆-青花菜高效间套作模式初探[J]. 蔬菜, 2010(6): 11.
- [11] 戴惠学, 潘玖琴. 早熟甜玉米-夏甘蓝-秋甜玉米-菠菜一年四茬高效栽培模式[J]. 中国种业, 2007(11): 78.
- [12] 靳玉萍, 潘玖琴. 春鲜食玉米-夏秋甘蓝-秋冬菠菜一年三茬高效栽培模式[J]. 上海蔬菜, 2008(4): 70-71.
- [13] 卢广远, 杨爱梅. 甘薯/鲜食玉米套作模式下产量与效益分析[J]. 中国农学通报, 2012, 28(21): 135-139.
- [14] 王家才, 孟自力, 张曦, 等. 甘薯新品种商薯6号套种模式及其效益分析[J]. 山东农业科学, 2011(5): 40-41.
- [15] 王新华, 郭书亚, 尚赏, 等. 玉米甘薯间作套种栽培技术及效益分析[J]. 农业与科技, 2014, 34(5): 2-3.
- [16] 王新华, 尚赏, 郭书亚, 等. 2BX型玉米/甘薯间作系统优势分析[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(10): 106-109.
- [17] 王新华, 郭书亚, 尚赏, 等. 1B8型玉米/甘薯间作系统优势分析[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(36): 13855-13857.

大;经济效益方面,处理②产出最高,产值为80 244.60元/hm²;从投入后的产投比来看,处理②产投比最大,为1:3.04。综合来看,处理②最佳,说明该处理用肥量合理,有利于番茄生长和产量提高。

参考文献

- [1] 赵磊,王燕. 不同施肥配方对土壤理化性质及番茄产量、效益的影响[J]. 天津农业科学, 2015(5): 77-80.
- [2] 孔庆玲. 磷钾肥配方增施对番茄产量影响的研究[J]. 吉林农业, 2013(5): 22-22.
- [3] 姬景红, 李杰, 李玉影, 等. 不同施肥措施对保护地番茄产量、品质及经济效益的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2012(5): 35-39.
- [4] 万群, 阳淑, 熊丙全. 有机肥和化肥不同配比对番茄产量、品质及土壤养分和微生物的影响[J]. 安徽农业科学, 2015(14): 158-161.
- [5] 吴丽艳, 黎志彬, 葛正平, 等. 不同缓释肥料对大棚番茄生长、产量及品质的影响[J]. 西南农学报, 2015(6): 2605-2609.