

谷子与花生/大豆间作对产量效益的影响及其品种间差异

崔纪菡, 李顺国, 刘猛, 郭帅, 赵宇, 马俊婷, 夏雪岩*

(河北省农林科学院谷子研究所, 河北省杂粮研究实验室, 国家谷子改良中心, 河北石家庄 050035)

摘要 [目的]探索适合谷子间作的作物,明确谷子与花生或大豆间作的产量和经济效益。[方法]以2个谷子品种(汇华金米和冀谷39)、2个花生品种(冀花4号和黑玉珍)、2个大豆品种(冀豆12和冀豆17)为材料,研究不同种植模式—谷子与花生或大豆间作对作物产量以及经济效益的影响。[结果]间作对谷子的穗长、倒伏率无显著影响,对株高、产量和千粒重有极显著影响;谷子品种、种植模式2因素对谷子产量、株高、穗长影响程度的顺序为谷子品种>种植模式>谷子品种×种植模式,对谷子倒伏率影响程度的排列顺序为谷子品种≈谷子品种×种植模式>种植模式,对谷子千粒重影响程度的排列顺序为种植模式>谷子品种>谷子品种×种植模式。谷子与花生/大豆间作提高谷子产量,降低豆科作物产量,与单作相比,谷子与花生间作后谷子产量提高9.0%~33.2%,花生产量减产19.7%~36.6%。谷子与大豆间作后谷子产量提高4.8%~15.4%,大豆减产8.1%~34.9%。所有间作处理中仅冀谷39和冀花4号间作的土壤当量比超过1.00,其他处理为0.84~0.94。产量经济效益由高到低排序为花生单作>谷子+花生间作>谷子单作>谷子+大豆间作>大豆单作。[结论]谷子与花生/大豆间作提高了谷子产量,降低了花生和大豆的产量,相比谷子单作模式,谷子与花生间作提高了总经济效益,与大豆间作降低了总经济效益。

关键词 间作;谷子;大豆;花生;产量
中图分类号 S344.2 **文献标识码** A
文章编号 0517-6611(2020)17-0035-06
doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2020.17.011



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Intercropping of Foxtail Millet and Peanut / Soybean on Yield and Benefit and Their Differences among Varieties
CUI Ji-han, LI Shun-guo, LIU Meng et al (Minor Cereal Crops Research Laboratory of Hebei Province, National Foxtail Millet Improvement Center, Institute of Millet Crops of Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang, Hebei 050035)

Abstract [Objective] To explore crops suitable for intercropping between foxtail millet and peanut or soybean, and to determine the yield and economic benefits of intercropping. [Method] Two foxtail millet varieties (Huihuajinmi and Jigu 39), two peanut varieties (Jihua 4 and Heiyuzhen) and two soybean varieties (Jidou 12 and Jidou 17) were used as materials to study the effects of different planting modes (intercropping of foxtail millet with peanut or soybean) on crop growth, yield and economic benefits. [Results] Intercropping showed no significant effects on ear length and lodging rate of foxtail millet, but had a significant effect on plant height, yield and 1 000-grain weight. The order of the effects of foxtail millet variety and planting mode on yield, plant height and ear length was foxtail millet variety > planting mode > foxtail millet variety × planting mode, and the order of the effect on lodging rate was foxtail millet product seed ≈ foxtail millet variety × planting mode > planting mode. The order of influence on 1 000-grain weight of foxtail millet is planting mode > foxtail millet variety > foxtail millet variety × planting mode. Intercropping of foxtail millet and peanut/soybean improves the yield of foxtail millet and reduces the yield of legume. Compared with the monoculture, the yield of foxtail millet increased by 9.0%–33.2% and that of peanut decreased by 19.7%–36.6%. After intercropping, the yield of foxtail millet increased by 4.8%–15.4%, and the yield of soybean decreased by 8.1%–34.9%. Among all intercropping treatments, only the soil equivalent ratio of Jigu 39 and Jihua 4 was more than 1, and other treatments were between 0.84 and 0.94. The order of economic benefit from high to low was peanut monoculture>foxtail millet + peanut intercropping > foxtail millet monoculture > foxtail millet + soybean intercropping > soybean monoculture. [Conclusion] The intercropping of foxtail millet and peanut / soybean increased the yield of foxtail millet and decreased the yield of peanut and soybean. Compared with the single cropping mode of foxtail millet, the intercropping of foxtail millet and peanut increased the total economic benefit, and the intercropping of foxtail millet and peanut decreased the total economic benefit.

Key words Intercropping; Millet; Soybean; Peanut; Yield

谷子古称稷、粟,亦称粱,是属禾本科的一种耐旱、耐瘠、稳产、耐贮存作物^[1],是中国北方人民的主要粮食之一,在我国北方旱作农业中占有重要地位。谷粒的营养价值很高,含丰富的蛋白质、脂肪和维生素,可供食用,入药有清热、清渴、滋阴、补脾肾和肠胃、利小便、治水泻等功效,又可酿酒。其茎叶是牲畜的优等饲料,谷子粗蛋白质含量为5%~7%,超过一般牧草1.5~2.0倍,而且纤维素少,质地较柔软,为骡、马

所喜食;其谷糠又是猪、鸡的良好饲料。

间作是指在同一土地上按照不同比例种植不同种类农作物的种植方式。禾本科与豆科作物间作,是运用群落的空间结构原理,可提高土地利用率;由间作形成的作物复合群体可增加对阳光的截取与吸收,减少光能的浪费;同时2种作物之间还可产生互补作用,如宽窄行间作或带状间作禾本科有一定的边行优势,豆科与禾本科间作有利于补充土壤氮元素的消耗、促进禾本科对有机磷的吸收和利用等^[1],提高禾本科产量和经济效益。近些年,前人对谷子与其他农作物间作提高水分利用效率、降低地表风蚀度的研究较多。冯良山等^[2]研究了谷子花生间作的农田生产力和水分利用效率,结果表明谷子花生间作能够提高农田生产力和水分利用效率,在间作系统中2种作物通过对降水的优化分配,实现对水分的高效利用。王海新等^[3]研究了风沙半干旱区谷子花生间作效应,谷子花生带状间作有效地削弱了近地表风速,

基金项目 河北省青年自然科学基金项目(C2018301086);2019—2020年河北省农林科学院农业科技创新工程项目课题(2019-4-2-2);河北省农林科学院农业科技创新人才队伍建设项目(2018年);河北省重点研发计划项目(18226429D);河北省现代农业产业技术体系杂粮杂豆创新团队(HBCT2018070205)。
作者简介 崔纪菡(1987—),女,山东临沂人,副研究员,博士,从事作物栽培研究。*通信作者,研究员,硕士,从事作物栽培与育种研究。
收稿日期 2019-12-18

降低了地表风蚀度,减少了耕层土壤水分蒸发量。张洁等^[4]对旱地玉米谷子间作降水利用率进行研究,3 年试验结果表明,谷子与玉米间作避免了干旱年份玉米减产,平水年间作比单作增产 31.3%,丰水年间作比单作增产 17.2%,该种植模式提高了降水利用率,是旱地保产增收的有效途径。

研究人员除了对谷子与农作物间作外,还对谷子与饲草作物、果木间作开展了一些研究。路海东等^[5]对宁夏南部旱区坡地不同粮草带比间作种植模式进行比较,坡地采用谷子与苜蓿隔行间作可有效减少地表径流,改善作物水分利用率,提高作物产量,减少坡地水土流失。蔡倩等^[6]研究了杏林与谷子间作模式对土壤微生物和酶的影响,杏谷间作模式显著提高了土壤细菌、真菌和放线菌的数量,增强了土壤脲酶、磷酸酶和过氧化氢酶的活性,改善了土壤微环境,提高了土壤质量。谷子桑树间作试验发现,间作提高了土壤中的速效磷含量,增加了叶片的含磷量和叶绿素含量,增加了土地

当量比,提高了土地有效利用率^[7]。

近些年,学者对谷子间作的研究主要集中在水分利用效率提升和土壤质量改良等方面,这些研究结论肯定了间作模式的积极意义。谷子间作对象主要为花生、绿豆、玉米、苜蓿、桑、杏等少量几种作物,但鲜见对谷子与大豆的间作效果的研究,对谷子与大豆间作后的产量效益研究较少。鉴于此,笔者以谷子花生间作为对照,研究了谷子大豆间作的产量以及经济效益,评判谷子与花生/大豆间作的实际意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2018 年 6—10 月在河北省农林科学院谷子研究所马庄试验站进行。试验站位于河北省石家庄市藁城区(114°46'E, 37°55'N),属暖温带半湿润大陆性季风气候,四季分明,气温变化剧烈,雨量集中。年平均气温 12.9℃,年平均降水量 569.8 mm,主要集中在 7、8 月,无霜期平均为 197 d。播种前试验地土壤理化性质见表 1。

表 1 播前土壤理化性质比较
Table 1 Comparison of the soil physicochemical properties before sowing

深度 Depth cm	有机质 Organic matter mg/g	全氮 Total N mg/g	全磷 Total P mg/g	铵态氮 Ammonium nitrogen mg/kg	硝态氮 Nitrate nitrogen mg/kg	水溶性总盐 Total water- soluble salt mg/g	pH
0~20	10.51	1.1	0.97	3.8	36.7	1.48	7.7
20~40	7.45	0.7	0.70	3.8	31.1	1.19	7.6
40~60	8.39	0.5	0.54	3.6	30.0	2.20	7.7

1.2 试验材料 试验材料包含 2 个谷子品种、2 个花生品种和 2 个大豆品种。谷子品种分别是汇华金米和冀谷 39,花生品种分别是冀花 4 号和黑玉珍,大豆品种分别是冀豆 12 和冀豆 17。汇华金米由河北省农林科学院谷子研究所和邢台市自然农庄农产品有限公司培育,冀谷 39 由河北省农林科学院谷子研究所培育,冀花 4 号、冀豆 12 和冀豆 17 由河北省农林科学院粮油作物研究所培育,黑玉珍花生品种采购于市场,来源不详。

1.3 试验方法 试验分别设谷子、花生、大豆单作,谷子与花生或大豆间作,包含品种差异在内的试验处理数量共计 14 个,试验处理和种植方式如表 2。每个处理 3 次重复,共计 42 个小区。设试验小区大小 4.8 m×3.8 m,谷子的单作种量为 7.5 kg/hm²,大豆的单作种量为 75 kg/hm²,花生的单作种量为 975 kg/hm²,间作的种量减半,谷子出苗后定苗至 60 万株/hm² 左右,花生大豆不间苗,谷子条播,花生大豆线性穴播,每穴 2~3 粒种子。种植记录如下:2019 年 6 月 17 灌溉,6 月 21 翻耕施底肥 300 kg/hm²(复合肥,NPK 20-15-15),6 月 23 日播种,生育期不追肥,其他管理措施同常规,9 月 20 日收获。

1.4 测定项目 谷子灌浆期测定谷子株高和穗长,记录豆科作物倒伏比例。9 月 20 日收获谷子,10 月 5 日收获花生和大豆。单作小区种植 12 行谷子或豆科作物,去掉首行和尾行,收获中间 10 行;间作小区共种植 6 行谷子+6 行豆科作物,去掉头 3 行尾 3 行,收中间 3 行谷子和 3 行豆科作物。统计谷子籽粒产量、千粒重、花生荚果产量、大豆籽粒产量。土

地当量比(Land Equivalent Ratio, LER)该指标用于衡量间作优势,LER > 1 表示有间作优势,LER < 1 则无间作优势。计算公式:LER=L_j/L₀,其中 L_j为间作谷子产量/单作谷子产量,L₀为间作豆科作物产量/单作豆科作物产量。

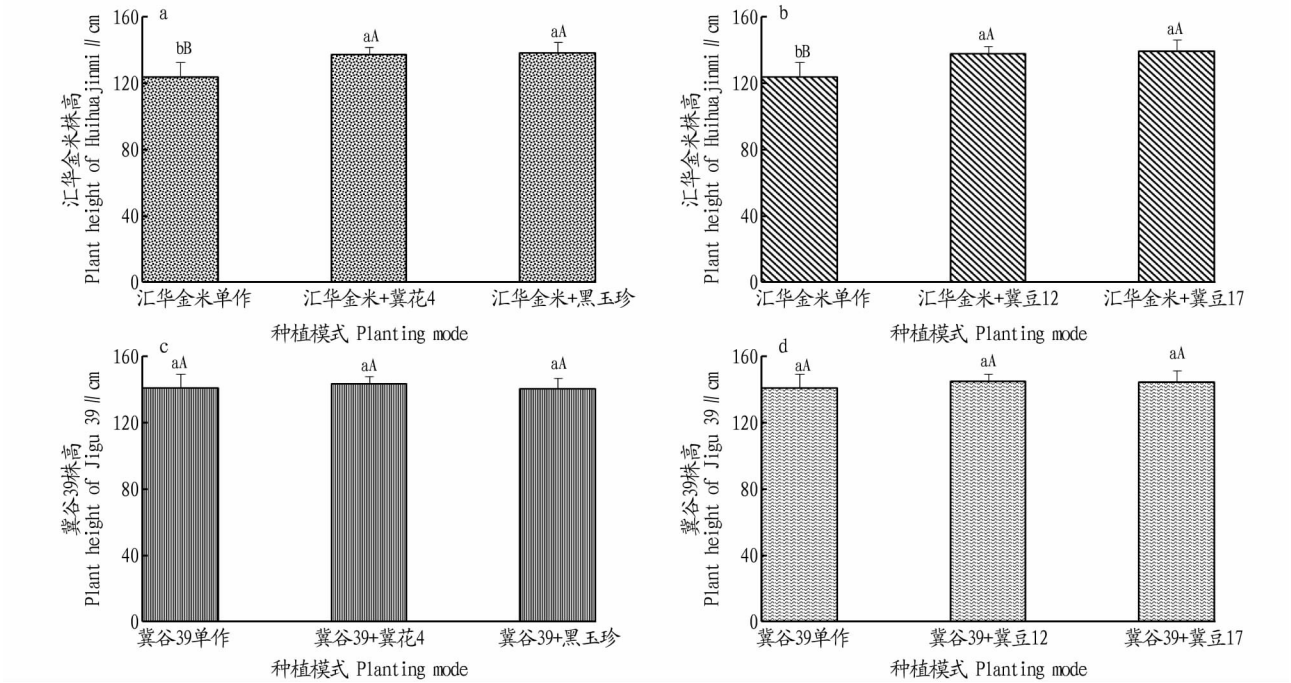
表 2 不同处理试验设计
Table 2 Design of the different treatments

序号 Code	试验处理 Test treatment	种植方式 Planting mode
1	汇华金米、冀谷 39、冀花 4、黑玉珍、冀豆 12、冀豆 17 单作	各品种分别单作
2	谷子分别与花生或大豆间作	谷子和花生或大豆间隔种植,如 3 行谷子+3 垄花生(或大豆)+3 行谷子+3 垄花生(或大豆)

1.5 数据分析 采用 Excel 和 DPS 软件进行数据的统计与分析。采用邓肯检验法对各品种的上述指标进行方差分析,并进行谷子品种和间作模式二因素的方差分析。

2 结果与分析

2.1 间作对谷子株高、穗长的影响 与谷子单作模式相比,间作提高了汇华金米的株高,而对冀谷 39 的株高无显著影响(图 1)。由图 1a 可知,汇华金米与花生间作后株高增加 3~6 cm,单作与间作处理之间株高存在极显著差异;由图 1b 可知,汇华金米与大豆间作后株高增加 4~6 cm,单作与间作处理之间株高存在极显著差异,由图 1c、d 可知,冀谷 39 与花生、大豆间作后,除了与黑玉珍花生外,其他间作下冀谷 39 株高增加了 3~4 cm,但间作与单作株高之间没有显著差异。



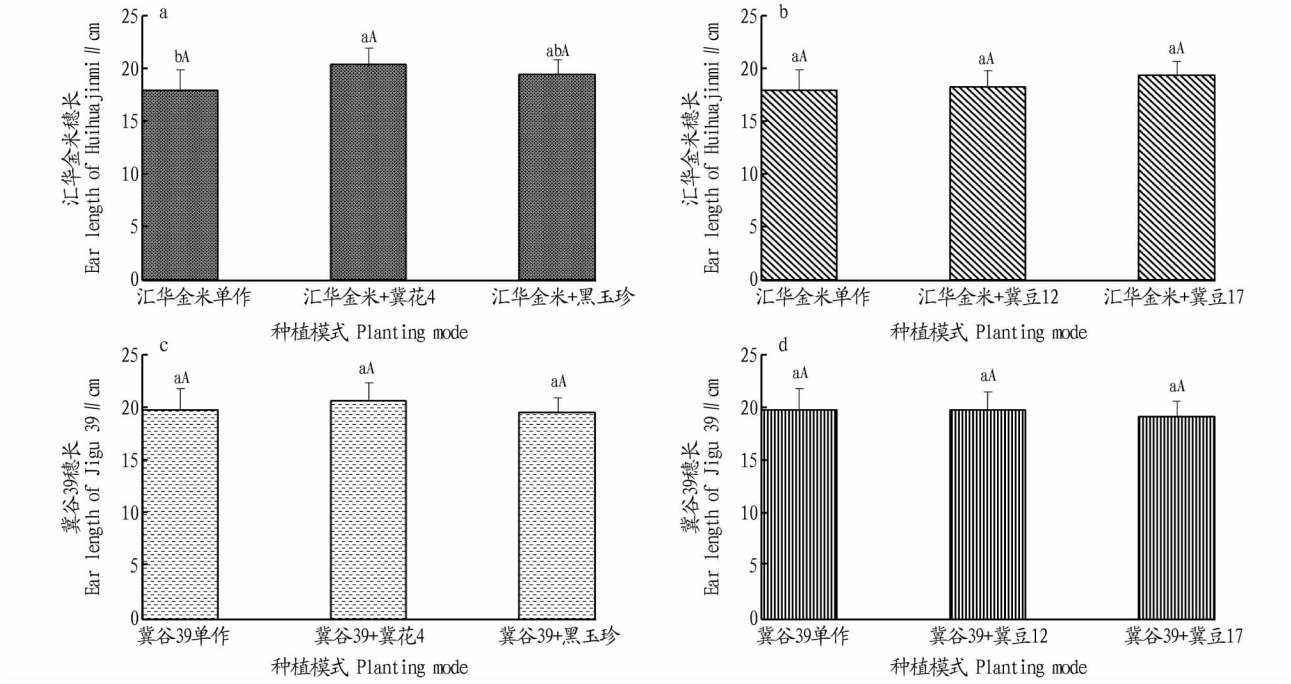
注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note: Different lowercases indicated significant difference at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level

图 1 间作对汇华金米、冀谷 39 株高的影响

Fig. 1 Effects of intercropping on the plant height of Huihuajinni and Jigu 39

由图 2a 可知,汇华金米与冀花 4 号间作后穗长增加了 1~2 cm,间作处理与单作处理之间存在显著性差异。由图 2a、b、c 可知,间作与单作处理的穗长差异不显著,冀谷 39 分

别与黑玉珍、冀豆 17 间作后,出现了穗长变短的现象。由图 1 和 2 可知,品种因素参与间作对谷子株高和穗长的影响。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note: Different lowercases indicated significant difference at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level

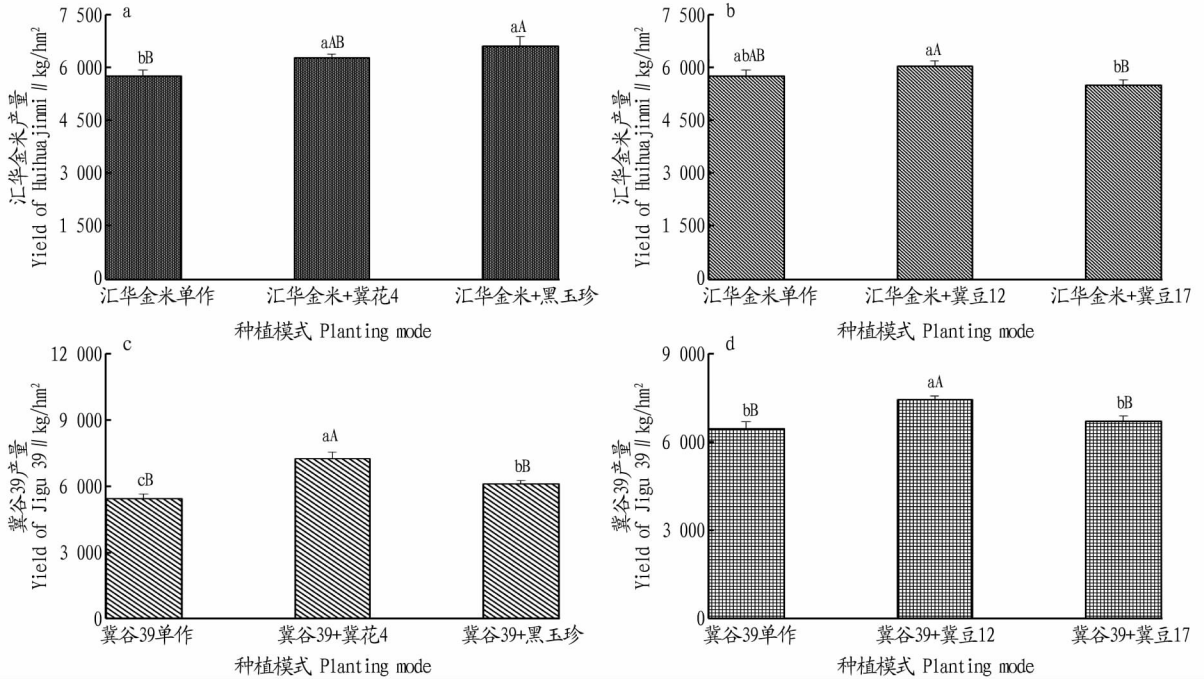
图 2 间作对汇华金米、冀谷 39 穗长的影响

Fig. 2 Effects of intercropping on the ear length of Huihuajinni and Jigu 39

2.2 间作对谷子产量的影响 由图 3a 可知,与单作处理相比,大部分间作处理都提高了谷子产量,如汇华金米与冀花

4、黑玉珍、冀豆 12 间作后谷子分别增产 9.0%、14.7%、4.8%,冀谷 39 与冀花 4、黑玉珍、冀豆 12 间作后谷子分别增产 33.2%、12.0%、15.4%,这些间作处理与单作处理的产量存在显著或极显著差异,而 2 个谷子品种与冀豆 17 间作后的产量与单作差异不显著。汇华金米产量由高到低排序依次是汇华金米与黑玉珍间作、汇华金米与冀花 4 号间作、汇

华金米与冀豆 12 间作、汇华金米单作、汇华金米与冀豆 17 间作。冀谷 39 产量由高到低排序依次是冀谷 39 与花生间作、冀谷 39 与大豆间作、冀谷 39 单作。因此,2 个谷子品种与 2 个花生间作时谷子产量皆明显提高,而与大豆间作时谷子产量增减与大豆品种相关。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

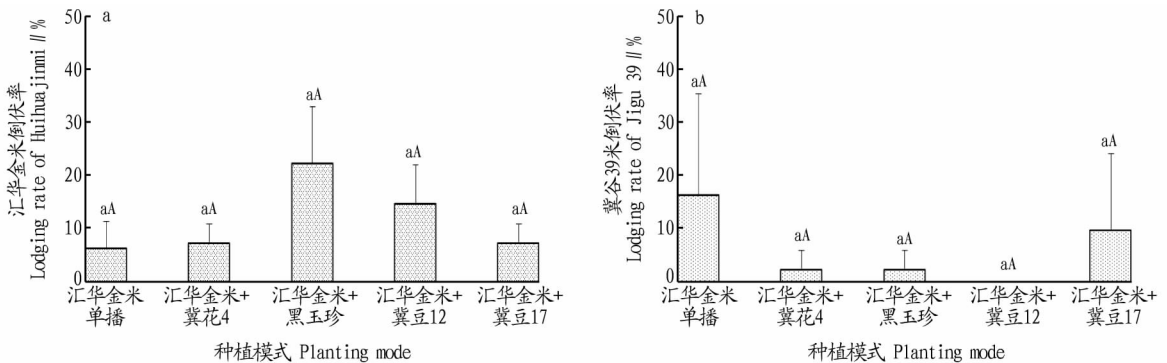
Note: Different lowercases indicated significant difference at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level

图 3 间作对汇华金米、冀谷 39 产量的影响

Fig. 3 Effects of intercropping on the yield of Huihuajinmi and Jigu 39

2.3 间作对谷子倒伏的影响 间作对汇华金米倒伏的影响结果(图 4)可以看出,间作对冀谷 39 的倒伏没有显著影响。但从数值上来看,汇华金米单作倒伏率要低于间作模式。汇华金米单作倒伏率为 6.5%,而间作模式下汇华金米倒伏率均比单作高 1%~20%,汇华金米与黑玉珍间作倒伏率最高,约是汇华金米单作倒伏率的 3.5 倍(图 4a)。间作对冀谷 39

的倒伏没有显著影响。但从数值上来看(图 4b),间作对于冀谷 39 的倒伏有降低效果。冀谷 39 单作倒伏率达到 16.5%,是冀谷 39+大豆、冀谷 39+花生 2 种间作模式倒伏率的 3~7 倍。冀谷 39+冀豆 12 间作种植模式抗倒伏效果最佳,但是冀谷 39 和花生间作倒伏率大幅度降低且较稳定。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases indicated significant difference at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level

图 4 间作对谷子倒伏的影响

Fig. 4 Effects of intercropping on the lodging of millet

2.4 谷子品种和间作模式的二因素方差分析 谷子品种和 间作处理二因素对谷子相关指标的方差结果见表 3。由表 3

可知,谷子品种对产量的 F 值为 268.9, P 值小于 0.001,说明谷子品种对产量的主效应有统计意义;间作模式对产量的 F 值为 268.9, P 值小于 0.001,说明谷子品种对产量的主效应有统计意义,二者的交互作用也有统计意义,相似的结论出

现在株高和千粒重上。谷子品种和间作模式对穗长和倒伏率的影响并不显著,说明谷子品种和间作模式共同参与调控产量、株高和千粒重。

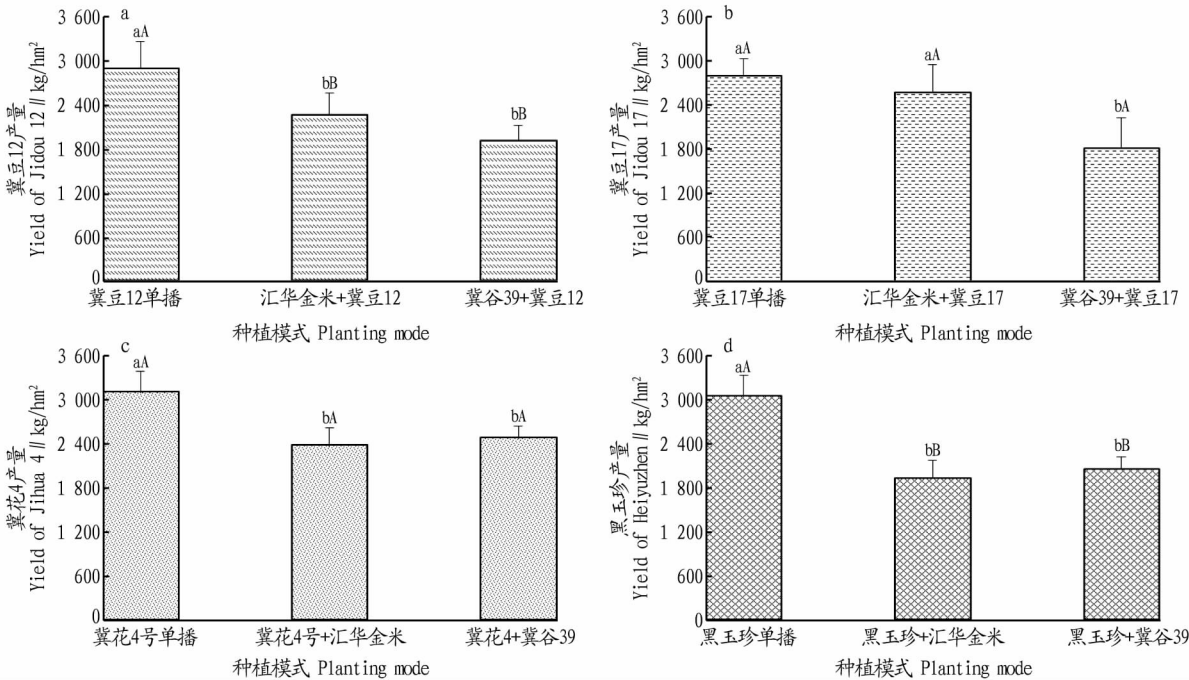
表 3 谷子品种和间作模式的二因素方差分析
Table 3 Two-way ANOVA of the millet and intercropping mode

谷子相关指标 Millet related indicators	变异来源 Source of variation	平方和 Quadratic sum	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F 值 F value	P 值 P value
产量 Yield	谷子品种(A)	49 674.9	1	49 674.9	268.9	<0.001
	间作模式(B)	34 359.4	4	8 589.9	46.5	<0.001
	A×B	12 457.4	4	3 114.4	16.9	<0.001
株高 Plant height	谷子品种(A)	1 117.5	1	1 117.5	26.8	<0.001
	间作模式(B)	1 023.1	4	255.8	6.1	<0.001
	A×B	496.9	4	124.2	3.0	0.025
穗长 Ear length	谷子品种(A)	12.01	1	12.01	2.4	0.123
	间作模式(B)	26.80	4	6.70	1.4	0.256
	A×B	13.30	4	3.33	0.7	0.611
倒伏 Lodging	谷子品种(A)	0.02	1	0.02	1.9	0.200
	间作模式(B)	0.01	4	0	0.5	0.764
	A×B	0.06	4	0.02	1.9	0.189
千粒重 1 000-grain weight	谷子品种(A)	0.056	1	0.056	9.47	0.004
	间作模式(B)	1.099 9	4	0.275	46.92	<0.001
	A×B	0.188	4	0.047	8.02	<0.001

注:谷子品种(A)为汇华金米和冀谷 39;间作模式(B)为单作模式、和冀花 4 间作、和黑玉珍间作、和冀豆 12 间作、和冀豆 17 间作
Note:Millet variety (A). Huihuajinmi and Jigu 39;Intercropping mode (B). Monoculture model, intercropping with Jihua 4, intercropping with Heiyuzhen, intercropping with Jidou 12, intercropping with Jidou 17

2.5 间作对花生/大豆产量的影响 由图 5 可知,间作后豆科作物出现明显减产。相比单作,大豆与汇华金米间作后减产 22.4%(冀豆 12)和 8.1%(冀豆 17),与冀谷 39 间作时减

产 34.2%(冀豆 12)和 34.9%(冀豆 17)。与单作相比,花生与汇华金米间作减产 23.1%(冀花 4 号)和 36.6%(黑玉珍),与冀谷 39 间作分别减产 19.7%(冀花 4 号)和 32.7%(黑玉珍)。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著
Note:Different lowercases indicated significant difference at 0.05 level;different capital letters indicated extremely significant difference at 0.01 level

图 5 间作对花生/大豆产量的影响
Fig. 5 Effects of intercropping on the yield of peanut/soybean

2.6 谷豆间作对产量经济效益的影响 由表 4 可知,种植模式影响土地当量比、产量和经济效益。所有间作处理中仅有冀谷 39 和冀花 4 号间作的当量比超过 1.00,其他间作的土地当量比为 0.84~0.94。从这个角度看,谷子与大豆间作

模式对于提升土地产出优势不大。产量经济效益由高到低依次是花生单作、谷子与花生间作、谷子单作、谷子与大豆间作、大豆单作,说明谷子与大豆间作的经济效益要低于谷子与花生间作。

表 4 不同种植模式对产量和经济效益的影响
Table 4 Effects of planting modes on the yield and economic benefit

序号 Code	种植模式 Planting mode	谷子产量 Millet yield kg/hm ²	大豆产量 Soybean yield kg/hm ²	花生产量 Peanut yield kg/hm ²	间作总产量 Total yield of intercropping kg/hm ²	土地当量比 Land equivalent ratio	经济效益 Economic benefit 元/hm ²	相同模式平均 经济效益 Average economic benefit of the same model 元/hm ²
1	汇华金米单作	5 775	—	—	—	—	13 875	14 670
2	冀谷 39 单作	6 450	—	—	—	—	15 465	
3	冀花 4 号单作	—	—	3 120	—	—	21 885	21 735
4	黑玉珍单作	—	—	3 075	—	—	21 570	
5	冀豆 12 单作	—	2 415	—	—	—	8 670	9 360
6	冀豆 17 单作	—	2 790	—	—	—	10 050	
7	汇华金米+冀花 4 号	6 300	—	2 400	4 350.0	0.93	15 945	16 425
8	汇华金米+黑玉珍	6 630	—	1 950	4 290.0	0.89	14 775	
9	冀谷 39+冀花 4 号	8 580	—	2 505	5 542.5	1.07	19 050	
10	冀谷 39+黑玉珍	7 215	—	2 070	4 642.5	0.90	15 930	
11	汇华金米+冀豆 12	6 060	1 875	—	3 967.5	0.91	10 650	11 250
12	汇华金米+冀豆 17	5 520	2 565	—	4 042.5	0.94	11 250	
13	冀谷 39+冀豆 12	7 440	1 590	—	4 515.0	0.91	11 775	
14	冀谷 39+冀豆 17	6 690	1 815	—	4 252.5	0.84	11 310	

注:谷子、花生和大豆分别按照 2.4、7.0、3.6 元/kg 计算
Note: Millet, peanut and soybean were calculated by 2.4, 7.0 and 3.6 yuan/kg

3 讨论

禾本科与豆科植物的光、热、水、气、养分竞争力的差异,其物质积累会有差异。刘柱等^[8]研究了盐碱地谷子花生间作效应,间作谷子在干物质积累、作物群体覆盖、产量等方面均优于单作,其中产量提升 28.0%~38.9%;花生表现恰恰相反,花生减产 13.6%~20.8%,谷子花生间作的土壤当量比为 1.0~1.1。在谷子与花生间作试验中,间作谷子比单作增产 4.8%~33.2%,间作花生相较于单作减产 19.7%~36.6%(均值 28.0%)。谷子与花生间作模式对花生产量的影响是负效应,对谷子产量的影响是正效应。花生与谷子间作能够提高谷子的产量效益,冯良山等^[9]对此作出解释,花生谷子间作运筹土壤水分养分,协调土壤水分养分纵向与根系分布的偏离度,提高水分利用效率当量,花生谷子间作还改善群体结构和光合生理,提高光能利用效率,从而影响了谷子、花生产量。

在该研究显示,间作大豆相较于单作减产 8.1%~34.9%(均值 24.9%),略低于花生减产率,从产量角度看,大豆比花生更宜与谷子间作。由于笔者没有查阅到较多关于谷子与大豆间作种植的资料,该研究也未对间作的效应机理展开深入研究,因此仅就该研究的结果作出初步结论:谷子与大豆间作模式的影响是负效应,对谷子产量的影响是正效应。但笔者认为,虽然花生与大豆皆属豆科作物,但谷子与花生、大豆的间作效应是有差别的,缘于花生与大豆的生物属性不同:大豆根系深扎、荚果生于地上、植株直立,而花生根层浅、荚果下扎地下、株体低矮,这些特点可能会影响作物间光、

温、水和养分的分配与运筹,进而影响作物生长与发育。

关于谷子间作的种植比例和水肥运筹的研究也有一些结论。薛仁凤等^[10]研究了间作模式对谷子与绿豆生长和产量的影响,结果显示谷子与绿豆 4:2 间作模式的经济效益和利润最高,比谷子单作增加 27.1%,比绿豆单作增加 3.95 倍。田建全等^[11]采用盆栽法研究了间作条件下水氮磷运筹对花生谷子产量的影响,明确了适宜花生谷子间作的灌水、氮肥和磷肥量。以上结论丰富了谷子间作的基础研究。

该研究结果显示,种植模式对谷子的株高有显著影响,与花生和大豆间作后汇华金米的株高提高了 3~6 cm,相似的结论出现在谷子与绿豆间作研究中,该研究表明间作模式能够显著提高谷子的株高和穗长^[10]。但另 1 个品种的谷子株高表现不同,冀谷 39 的株高增高不显著,说明间作对作物的株高调控程度受品种影响。对谷子品种和间作模式的二因素方差分析表明,品种选择在间作模式中具有重要作用。谷子品种与间作模式对群体产量的影响大小顺序为谷子品种($F=268.9$)>间作模式($F=46.5$)>谷子品种×间作模式($F=16.9$);对谷子株高影响的大小顺序为谷子品种($F=26.8$)>种植模式($F=6.1$)>谷子品种×种植模式($F=3.0$),谷子品种与间作模式对谷子千粒重的影响大小顺序为种植模式($F=46.9$)>谷子品种($F=9.5$)>谷子品种×种植模式($F=8.0$)。间作系统中的品种选择对谷子产量、株高以及千粒重都有较大影响。

花营养物质的消耗,延长瓶插期。

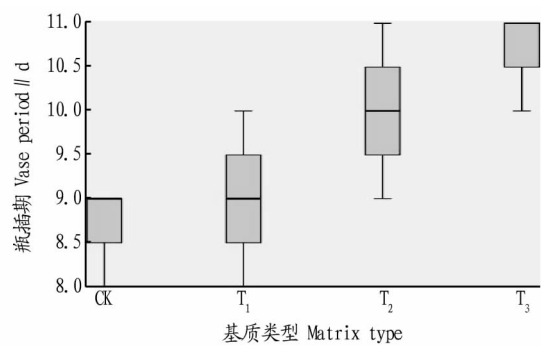


图2 不同配比基质对康乃馨瓶插期的影响

Fig.2 Effect of different proportions of matrix on vase life of carnation

3 结论与讨论

目前,切花康乃馨的栽培方式多为温室地栽模式,随着种植年限的不断延长,栽培土壤肥力也随之降低,土壤理化性状也会发生大的变化^[1,4],导致肥药用量加大,植株病害严重,极大地增加了花农和企业的生产成本^[5-6]。泥炭作为目前主流的栽培基质,具有透气性好、缓冲容量大的特点,和田园土混合,可以有效减少土壤板结、肥水流失的情况^[7-9]。孙平等^[10]在不同泥炭对黄瓜产量和品质的研究中发现,增加基质中泥炭的比例,能显著增加瓜苗的根长和株高,对黄瓜系统发育有益且作用大。椰糠是椰子加工业的副产品,被认为是最具潜质的栽培基质^[11-13],具有疏松透气保水以及稳定的生物特性,可为植物生长提供一定的养分,研究表明栽培基质中加入一定比例椰糠有利于番茄、黄瓜、甜瓜等的生长发育^[14-17]。史云峰等^[18]以甜瓜为研究对象,不同比例的椰糠和河沙作为主要基质,发现椰糠、河沙、有机肥比例为6:2:1时,其单位产量最高,该配比基质可以作为种植甜瓜的最佳配方。以上研究均表明添加不同比例泥炭和椰糠的栽培基质对植物的生长发育有促进作用。该研究结果表明,以

田园土为主料,泥炭和椰糠为辅料配制成的基质可以为康乃馨的生长提供良好的生长环境,其中T₃栽培基质(5:3:2)有利于康乃馨的切花产品质量,且可以延长切花的瓶插期。可见在4种栽培基质中,泥炭比例的提高可以促进康乃馨切花的产品质量,为康乃馨栽培生产提供理论指导。

参考文献

- [1] 陈玲玲,吴晶,钱晓晴. 蚓粪复合基质对康乃馨育苗及其生长的影响[J]. 北方园艺, 2011(16): 95-99.
- [2] 李婷, 阎干朝鲁, 王宁, 等. 盆栽康乃馨切花生长发育综合调控[J]. 分子植物育种, 2019, 17(3): 934-937.
- [3] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999.
- [4] 王媛, 李文庆, 李瀚璐. 生物质炭与草炭混配基质的养分状况及其对凤仙花生长的影响[J]. 农业资源与环境学报, 2019, 36(5): 656-663.
- [5] 庾富文, 周俊辉, 袁丽珍, 等. 园林废弃物堆腐产品在花卉基质栽培中的应用研究[J]. 广东农业科学, 2019, 46(9): 47-55.
- [6] 时振宇, 陈健, 贾凯, 等. 不同配比基质对黄瓜、番茄幼苗生长及品质的影响[J]. 天津农业科学, 2020, 26(1): 76-81, 90.
- [7] 张蒲, 谢彦如, 唐丹, 等. 椰糠、有机肥与沙子不同配比基质对番茄穴盘苗生长的影响[J]. 新疆农业科学, 2019, 56(9): 1645-1651.
- [8] 倪晋冲, 何积秀, 林天杰, 等. 不同基质对黄瓜幼苗营养状况及生长的影响[J]. 浙江农业科学, 2001, 42(5): 229-231.
- [9] 孟宪民. 专业基质: 泥炭是最重要的原料[J]. 中国花卉园艺, 2014(11): 18-19.
- [10] 孙平平, 吴玉凤, 张凯鸣, 等. 不同泥炭占比栽培基质理化性质及其对黄瓜产量和品质的影响[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2020, 41(1): 97-104.
- [11] 赵瑞, 张玉龙, 陈俊琴, 等. 椰糠对黄瓜穴盘苗生长发育的影响[J]. 中国蔬菜, 2005(12): 22-23.
- [12] 苏飞. 椰糠复合基质在番茄无土栽培上应用与推广[D]. 福州: 福建农林大学, 2014.
- [13] 孙建磊, 吕晓惠, 赵西, 等. 椰糠与蛭石不同配比对番茄穴盘苗生长的影响[J]. 中国蔬菜, 2016(5): 45-48.
- [14] 代惠洁, 纪祥龙, 杜迎刚. 椰糠替代草炭作番茄穴盘育苗基质的研究[J]. 北方园艺, 2015(9): 46-48.
- [15] 王玉, 易丹丹, 王健, 等. 沼渣混配基质对黄瓜和番茄生长、产量及品质的影响[J]. 长江蔬菜, 2019(10): 47-53.
- [16] 张璐, 曹远银, 赵柏霞. 泥炭基质对黄瓜生长潜能及其与抗病相关酶系的影响[J]. 北方园艺, 2012(1): 24-27.
- [17] 杨梅, 刘建辉, 李世栋, 等. 基质配方和施肥量对厚皮甜瓜幼苗生长及生理特性的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 35(4): 168-174.
- [18] 史云峰, 安长卿, 王刚, 等. 椰糠作为甜瓜栽培基质的初步研究[J]. 琼州学院学报, 2013, 20(5): 59-63.

(上接第40页)

4 结论

相比单作,谷子与花生间作后谷子产量提高9.0%~33.2%,花生产量减少19.7%~36.6%。谷子与大豆间作后谷子产量提高4.8%~15.4%,大豆减少8.1%~34.9%。谷子与大豆间作模式对于提升土地产出优势不大,因为仅冀谷39和冀花4号间作的土壤当量比超过1.00,其他处理为0.84~0.94。产量经济效益由高到低排序为花生单作>谷子+花生间作>谷子单作>谷子+大豆间作>大豆单作。谷子与花生/大豆间作提高了谷子产量,降低了花生和大豆的产量,相比谷子单作模式,谷子与花生间作提高了总经济效益,谷子与大豆间作降低了总经济效益,谷子与花生间作的经济效益要高于谷子与大豆间作。

参考文献

- [1] LI L, TANG C, RENGEL Z, et al. Calcium, magnesium and microelement uptake as affected by phosphorus sources and interspecific root interactions

- between wheat and chickpea[J]. Plant and soil, 2004, 261: 29-37.
- [2] 冯良山, 孙占祥, 郑家明, 等. 不同水肥条件对间作花生和谷子水分养分利用的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33(5): 24-29.
- [3] 王海新, 张宇, 王慧新, 等. 风沙半干旱区谷子花生间作效应研究[J]. 辽宁农业科学, 2018(4): 83-85.
- [4] 张洁, 雷全奎, 逯怀森, 等. 旱地谷子玉米间作节水高效模式及栽培技术[J]. 陕西农业科学, 2002(10): 38, 44.
- [5] 路海东, 贾志宽, 杨宝平, 等. 宁夏南部旱区坡地不同粮草带间作种植模式比较[J]. 生态学报, 2010, 30(21): 5941-5948.
- [6] 蔡倩, 杜国栋, 吕德国, 等. 科尔沁沙地南部果-草(粮)间作模式对土壤微生物和酶的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(4): 217-222.
- [7] 朱文旭. 桑树/谷子和桑树/大豆间作的种间促进作用比较研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2012.
- [8] 刘柱, 孟维伟, 南镇武, 等. 盐碱地不同种植模式对谷子花生生长发育及产量形成的影响[J]. 花生学报, 2019, 48(2): 31-37.
- [9] 冯良山, 孙占祥, 郑家明, 等. 花生谷子间作对农田生产力和水分利用效率的影响[C]//中国农学会耕作制度分会 2016 年学术年会论文摘要集. 北京: 中国农学会耕作制度分会, 2016.
- [10] 薛仁凤, 赵阳, 王英杰, 等. 间作模式对谷子与绿豆生长和产量的影响[J]. 河南农业科学, 2019, 48(10): 37-40.
- [11] 田建全, 王连芬, 李国斌, 等. 间作条件下水肥运筹对花生和谷子产量的影响[J]. 园艺与种苗, 2014(12): 54-57, 60.