

文章编号: 1674-7054(2020)03-0324-07

玉米播期和密度对间作魔芋农艺性状及产量的影响

岩 所, 段雪甜, 谢 明, 杨玲聪, 徐文果

(德宏州农业技术推广中心, 云南 芒市 678400)

摘 要: 为探讨玉米播期和种植密度对间作魔芋农艺性状及产量的影响, 对玉米播期设 3 个水平(早播 A1: 魔芋 10% 出苗时播种玉米; 中播 A2: 魔芋 50% 出苗时播种玉米; 晚播 A3: 魔芋 90% 出苗时播种玉米); 玉米种植密度设 3 个水平(高密度 B1: 4.17 万株·hm⁻²; 中密度 B2: 2.08 万株·hm⁻²; 低密度 B3: 1.39 万株·hm⁻²)。在魔芋的展叶末期测量魔芋的农艺性状, 并对魔芋和玉米产量进行实收测产, 分析土地复合产值。结果表明: 随着玉米播期的推迟, 魔芋株高、叶柄直径、地下球茎和玉米产量降低; 随着玉米种植密度的降低, 魔芋叶盘直径和地下球茎产量增大, 魔芋株高和玉米产量下降。不同玉米播期和种植密度对魔芋叶柄直径和地下球茎产量产生显著的交互作用; 不同玉米播期采用何种密度对魔芋叶盘直径、魔芋株高、魔芋叶面球茎产量和玉米产量都不产生显著影响。单独种植魔芋时, 魔芋叶盘直径、叶柄直径、魔芋叶面球茎产量最大, 而魔芋株高和地下球茎产量最低。在魔芋零星出苗(10%)时, 以 1.39 万株·hm⁻² 的密度间作玉米, 可获得较高的经济效益。

关键词: 魔芋; 玉米; 间作; 播期; 种植密度

中图分类号: S 504.4; S 513; S 632.3

文献标志码: A

DOI: 10.15886/j.cnki.rdxwb.2020.03.010

魔芋又名磨芋或蒟蒻, 是天南星科(*Araceae*)魔芋属(*Amorphophallus*)植物的总称, 喜温喜湿, 为多年生宿根性古老草本植物^[1]。目前已知魔芋资源有 27 个种, 其中云南有 13 个种, 居全国之首^[2-4]。魔芋是一种重要的生物资源, 它是已知唯一一种能大量分离和提取葡甘聚糖(Konjac Glucomannan, KGM)的植物, KGM 在食品、医药、化工、石油等领域具有广泛的用途^[5]。魔芋的生态适应性决定了其在大田生产中不能大面积单独种植, 所以生产上常常采用人工遮荫或者将魔芋与其他高秆作物、幼龄经济林果进行间套作^[6]。有研究表明, 将魔芋与玉米间作, 玉米能提供矮秆魔芋一定的遮荫, 促进其生长, 提升农业综合效益^[7]。魔芋与玉米间作与单独种植魔芋相比, 间作对玉米的氮素吸收利用以及玉米的产量均有明显的促进作用, 但间作时魔芋的氮素吸收和魔芋产量明显降低^[8]。魔芋间作玉米对魔芋根际微生物群落代谢功能多样性产生影响^[9], 并能大幅度降低魔芋根际土壤尖孢镰刀菌和芽孢杆菌的种群比率^[10], 有效控制魔芋软腐病和根腐病的危害^[11-13]。间作模式下的魔芋净光合速率和碳积累明显高于净作模式^[14]。玉米为高秆作物, 喜温暖和强光的环境, 玉米遮荫有利于提高魔芋叶绿素和葡甘聚糖含量^[15]。因此, 合理的魔芋间作玉米能提高作物群体的光照、水肥、土地的利用效率, 改善和丰富土壤微生物群落, 增加单位土地面积作物的总产量, 改善作物品质, 减少杂草危害, 增强作物的抗病性。在间作模式中, 品种搭配、播种时间和种植密度是影响作物生产的最主要因素。本试验选用云南德宏州主栽魔芋品种与玉米进行间作, 通过设置不同的玉米播期和种植密度, 比较分析对魔芋农艺性状、产量和土地复合产值的影响, 旨在为生产上魔芋间作玉米提供理论依据。

收稿日期: 2019-06-10

修回日期: 2019-11-20

基金项目: 云南省科技创新人才培养(德财教〔2019〕154号); 云南省农业生产发展资金“德宏州粮食作物间套作技术推广项目”【德财农〔2018〕80号】

第一作者: 岩所(1985-), 男, 硕士, 农艺师. 研究方向: 农作物栽培技术及推广. E-mail: ynlaisuo@163.com

通信作者: 徐文果(1978-), 男, 硕士, 高级农艺师. 研究方向: 农作物栽培技术及推广. E-mail: wengunote@163.com

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在云南省德宏州芒市德宏州农业技术推广中心(德宏州农业科学研究所)试验基地进行,土壤肥力中等,海拔 910 m,年平均温度 19.6 °C,无霜期达 300 d 以上,年平均降雨量 1 300 ~ 1 653 mL,雨季集中在 5 ~ 10 月,雨量充沛,气候温和,属南亚热带季风气候。

1.2 试验材料 玉米品种选用云南省会泽县农业技术推广中心选育的‘会单 4 号’;魔芋品种选用德宏州农业技术推广中心、云南农业大学魔芋研究所从谢君魔芋野生群体中选育的‘德魔芋 1 号’(属珠芽魔芋种);种芋为本中心魔芋课题组自留种(此魔芋适合在云南德宏、西双版纳等海拔 400 ~ 1 400 m 的湿热区域种植)。

1.3 试验设计 采用同田对比试验。玉米播期设 3 个水平(早播 A1: 魔芋 10% 出苗时播种玉米;中播 A2: 魔芋 50% 出苗时播种玉米;晚播 A3: 魔芋 90% 出苗时播种玉米);玉米种植密度设 3 个水平(高密度 B1: 玉米株距为 0.2 m, 小区有效苗数为 30 株,折合 4.17 万株·hm⁻²;中密度 B2: 玉米株距为 0.4 m, 小区有效苗数为 15 株,折合 2.08 万株·hm⁻²;低密度 B3: 玉米株距为 0.6 m, 小区有效苗数为 10 株,折合 1.39 万株·hm⁻²)。单独种植魔芋为对照(CK)。共 10 个处理组合,3 次重复,30 个试验小区。小区面积为 7.2 m² (3 m×2.4 m, 含 2 个种植带),单个种植带长 3 m,宽 1.2 m。魔芋种芋质量均为 150 g,小区播种量为 6 kg,粒数为 40 粒,折合 5.6 万株·hm⁻²,播种前用 1 000 倍液农用链霉素以体积比为 1:10 兑水浸种 20 ~ 30 min,接着晒种 2 h,以预防魔芋病害发生,待种芋出芽后种植,种植规格为行距 0.8 m,株距 0.3 m。

1.4 魔芋农艺性状的测定 2018-08-10 在魔芋完全展叶期,进行田间试验数据的采集。此时魔芋“新头”刚形成,种芋中的营养物质差不多全部被运输到叶片等营养器官中,是魔芋叶片功能的最旺盛时期,也处于魔芋与玉米的共生期,是遮荫最明显时期。每个试验区,选取位于生物群落的中心地带,且所处的生长环境完整度高的典型健壮魔芋植株 15 株,测量叶盘直径、株高和叶柄直径等农艺性状指标^[13]。

1.5 产量和产值测定 魔芋叶面球茎在母株倒苗前分批采收。在玉米和魔芋地下球茎充分成熟时,对小区进行实收测产,折合公顷产量。根据近 3 年市场收购价,计算土地复合产值。魔芋地下球茎为 3.5 元·kg⁻¹,魔芋叶面球茎为 25 元·kg⁻¹,玉米为 1.8 元·kg⁻¹。

1.6 数据分析 试验数据采用 IBM SPSS Statistics 22 软件作统计分析,差异显著性选用 Duncan ($P < 0.05$)进行分析。

2 结果与分析

2.1 玉米播期和种植密度对魔芋叶盘直径、株高和叶柄直径的影响 采用多因素方差进行主效应分析,结果表明:除魔芋株高外,单独种植魔芋(CK)的叶盘直径、叶柄直径和叶面球茎数均为最高。间作模式下,玉米种植密度最低时(B3),魔芋的叶盘直径最大。随着玉米种植密度的降低,魔芋株高逐渐降低,其中单独种植魔芋株高最低;随着玉米播期的推迟,魔芋株高总体呈下降趋势。随着玉米种植密度的减小,叶柄直径呈上升趋势。(1)玉米播期对魔芋叶盘直径无显著影响($P > 0.05$),单独种植魔芋的叶盘直径最大,早中晚播期处理间魔芋叶盘直径无显著差异(表 1);玉米种植密度对魔芋叶盘直径存在极显著影响($P < 0.01$),魔芋叶盘直径随玉米种植密度下降而增大(表 2)。(2)玉米播期对魔芋株高存在极显著影响($P < 0.01$),魔芋株高随播期推迟而降低(表 1);玉米种植密度对魔芋株高存在极显著影响($P < 0.01$),魔芋株高随玉米种植密度降低而降低(表 2)。(3)玉米播期对魔芋叶柄直径存在极显著影响($P < 0.01$),除单独种植魔芋外,魔芋叶柄直径随播期推迟而减小(表 1);玉米种植密度对魔芋叶柄直径无显著影响($P > 0.05$),单独种植魔芋叶柄直径最大,高中低种植密度处理间魔芋叶柄直径无显著差异(表 2)。

2.2 玉米播期和种植密度组合对魔芋农艺性状的影响 将玉米播期和种植密度作为处理组合,方差分析结果表明,不同玉米播期和种植密度组合对魔芋的叶盘直径、株高、叶柄直径和叶面球茎数的影响差

异显著(表3)。不同玉米播期和种植密度组合没有对魔芋叶盘直径产生显著的交互作用($P>0.05$),即不同玉米播期种植密度对魔芋叶盘直径不产生显著影响;不同玉米播期和种植密度组合没有对魔芋株高产生显著的交互作用($P>0.05$),即不同玉米播期种植密度对魔芋株高不产生显著影响。不同玉米播期和种植密度组合对魔芋叶柄直径产生显著的交互作用($P<0.05$);而玉米播期和种植密度组合对叶面球茎数的影响无明显规律。

表1 玉米播期对魔芋农艺性状的影响

Tab. 1 Comparison of main agronomic traits of konjac under different maize sowing dates

播期 Sowing date	叶盘直径/cm Leaf diameter	株高/cm Plant height	叶柄直径/cm Petiole diameter
A1	87.26±7.36b	95.50±1.63a	3.30±0.30c
A2	89.25±7.37b	92.76±1.63b	3.17±0.27bc
A3	90.79±7.43b	82.14±1.63c	3.10±0.26b
CK	104.78±7.05a	77.12±2.82d	3.66±0.37a

注: 同列相同字母表示不同处理水平间差异不显著, 不同字母表示不同处理水平间差异显著($P<0.05$), 以下同。

Note: The same letters in the same column indicate no significant differences between different treatment levels. Different letters in the same column indicate significant differences between different treatment levels, Similarly hereinafter.

表2 玉米种植密度对魔芋农艺性状的影响

Tab. 2 Comparison of main agronomic traits of konjac under different maize planting densities

种植密度 Planting density	叶盘直径/cm Leaf diameter	株高/cm Plant height	叶柄直径/cm Petiole diameter
B1	87.78±8.99c	97.24±13.45a	3.12±0.27b
B2	87.60±6.14c	90.04±14.32a	3.22±0.30b
B3	91.92±6.29b	83.12±9.26b	3.23±0.28b
CK	104.78±7.05a	77.12±8.93b	3.66±0.37a

表3 不同处理组合对魔芋农艺性状的影响

Tab. 3 Comparison of main agronomic traits of konjac under different treatments

处理 Treatments	叶盘直径/cm Leaf diameter	株高/cm Plant height	叶柄直径/cm Petiole diameter	叶面球茎数($10^3 \cdot \text{hm}^{-2}$) Number of overground corms
A1B1	84.16±9.47d	102.22±8.93a	3.01±0.22e	119±44.24ab
A1B2	86.88±5.47cd	101.26±14.31a	3.05±0.2de	118±7.02ab
A1B3	90.74±5.24bc	88.24±12.38c	3.24±0.31bcd	144±11.37ab
A2B1	89.38±5.9bcd	98.69±12.71ab	3.19±0.32bcde	106±46.54b
A2B2	87.2±8.53cd	92.01±13.67bc	3.28±0.22bc	106±48.52b
A2B3	91.18±7.4bc	79.43±9.53d	3.05±0.2de	154±24.01ab
A3B1	89.79±10.4bcd	85.6±9.55cd	3.16±0.25cde	142±46.06ab
A3B2	88.73±3.69bcd	85.01±8.78cd	3.33±0.39bc	142±42.76ab
A3B3	93.84±6.01b	78.76±8.4d	3.39±0.21b	128±22.9ab
CK	104.78±7.05a	77.12±8.93d	3.66±0.37a	183±36.47a

2.3 玉米播期和种植密度对魔芋地下球茎产量、魔芋叶面球茎产量和玉米产量的影响 采用多因素方差进行主效应分析, 结果表明: (1) 玉米播期对魔芋地下球茎产量存在极显著影响($P<0.01$), 魔芋地下球茎产量随着播期的推迟而降低(表4); 玉米种植密度对魔芋地下球茎产量存在极显著影响($P<0.01$), 除单

独种植魔芋外,魔芋地下球茎产量随玉米种植密度下降而提高(表5)。(2)玉米播期对魔芋叶面球茎产量不存在显著影响($P>0.05$),单独种植魔芋的叶面球茎产量最高,早中晚播期处理间魔芋叶面球茎产量无显著差异(表4);玉米种植密度对魔芋地下球茎产量不存在显著影响($P>0.05$),单独种植魔芋的叶面球茎产量最高,高中低种植密度处理间魔芋叶面球茎产量无显著差异(表5)。(3)玉米播期对玉米产量存在极显著影响($P<0.01$),玉米产量随着播期推迟而降低(表4);玉米种植密度对玉米产量存在极显著影响($P<0.01$),玉米产量随着玉米种植密度降低而降低(表5)。

表4 玉米播期对魔芋和玉米产量的影响

Tab. 4 Effects of maize sowing dates on the yield of konjac and maize

播期 Sowing dates	魔芋地下球茎产量/(kg·hm ⁻²) Yield of konjac corms under ground	魔芋叶面球茎产量/(kg·hm ⁻²) Yield of konjac corms above ground	玉米产量/(kg·hm ⁻²) Yield of maize
A1	26 010.56±3 513.78a	576.22±124.78b	3 980.14±661.40a
A2	24 055.22±2 066.00a	463.67±164.00b	3 478.57±752.13b
A3	20 200.09±979.76b	663.56±203.06b	2 209.99±729.91c
CK	14 176.64±416.76c	915.33±270.97a	0

表5 玉米种植密度对魔芋和玉米产量的影响

Tab. 5 Effects of maize planting density on the yield of konjac and maize

种植密度 Planting density	魔芋地下球茎产量/(kg·hm ⁻²) Yield of konjac corms under ground	魔芋叶面球茎产量/(kg·hm ⁻²) Yield of konjac corms above ground	玉米产量/(kg·hm ⁻²) Yield of maize
B1	21 241.80±968.34b	509.44±226.62b	3 893.71±798.44a
B2	23 866.94±3 121.19a	593.44±201.37b	3 217.75±935.41b
B3	25 157.12±4 195.94a	600.56±92.79b	2 557.23±944.20c
CK	14 176.64±416.76c	915.33±270.97a	0

2.4 玉米播期和种植密度组合对魔芋和玉米产量的影响 魔芋地下球茎的产量随着玉米播期的推迟呈递减趋势,随着玉米种植密度的降低呈递增趋势,且随着播期推移,玉米密度效应在下降。间种的产量显著高于单独种植模式(表6)。不同玉米播期和种植密度组合对魔芋地下球茎产量产生极显著的交互作用($P<0.01$)。在魔芋10%出苗时播种玉米(早播A1),随着玉米种植密度的降低,魔芋地下球茎的产量明显增加;在魔芋50%出苗时播种玉米(中播A2),玉米种植密度为4.17万株·hm⁻²时(高密度B1),魔芋地下球茎产量最低,其他种植密度的魔芋地下球茎产量无显著差异;在魔芋90%出苗时播种玉米(晚播A3),魔芋地下球茎产量无显著差异。相比较而言,魔芋地下球茎产量最高的是处理A1B3,为29 742.23 kg·hm⁻²;CK最低,为14 176.64 kg·hm⁻²。魔芋间作玉米的同一玉米播期处理中,不同玉米种植密度对魔芋叶面球茎产量无显著影响(表6)。不同玉米播期和种植密度组合没有对魔芋叶面球茎产量产生显著的交互作用($P>0.05$),即不同玉米播期采用何种密度对魔芋叶面球茎产量都不产生显著影响。相比较而言,在魔芋90%出苗时播种玉米(晚播A3),魔芋叶面球茎产量较高。单独种植魔芋时(CK)魔芋叶面球茎产量最高,为915.33 kg·hm⁻²;其次是A3B1,为703.67 kg·hm⁻²;A2B1产量最低,为350.33 kg·hm⁻²。由此可见,玉米晚播或者单独种植魔芋有利于魔芋叶面球茎产量的增加。魔芋间种玉米时,玉米产量随着玉米播期的延迟而降低,随着玉米种植密度的降低而降低(表6)。不同玉米播期和种植密度组合没有对玉米产量产生显著的交互作用($P>0.05$),即不同玉米播期采用何种密度对玉米产量都不产生显著影响。其中,玉米产量最高的是A1B1,为4 620.6 kg·hm⁻²;其次是A2B1,为4 134.47 kg·hm⁻²;A3B3产量最低,为1 453.78 kg·hm⁻²。

表 6 玉米播期和密度组合对魔芋地下球茎和叶面球茎产量的影响

Tab. 6 Effects of maize sowing date and planting density on the yield of konjac and maize

处理组合 Treatments	魔芋地下球茎产量/(kg·hm ⁻²) Yield of konjac corms under ground	魔芋叶面球茎产量/(kg·hm ⁻²) Yield of konjac corms above ground	玉米产量/(kg·hm ⁻²) Yield of maize
A1B1	21 848.31±870.18c	474.33±100.66b	4 620.60±301.87a
A1B2	26 441.14±578.43b	635.67±26.76ab	4 009.46±279.29ab
A1B3	29 742.23±1 068.81a	618.67±166.90ab	3 310.35±539.61bc
A2B1	21 454.78±959.72cd	350.33±257.77a	4 134.47±301.87ab
A2B2	25 297.56±829.24b	467.67±36.94a	3 393.69±798.66bc
A2B3	25 413.31±489.37b	573.00±50.48ab	2 907.56±623.38cd
A3B1	20 422.32±667.33cd	703.67±180.10ab	2 926.07±289.47cd
A3B2	19 862.11±936.70d	677.00±351.07ab	2 250.11±626.88d
A3B3	20 315.83±1 500.48cd	610.00±47.62ab	1 453.78±157.96e
CK	14 176.64±416.76e	915.33±270.97a	0

2.5 玉米播期和种植密度组合对土地复合产值的影响 随着玉米播期的推迟, 土地的综合产值呈递减趋势(图 1)。土地复合产值最高的是 A1B3, 为 125 523.09 元·hm⁻², 其次是 A1B2, 为 115 652.67 元·hm⁻²; 复合产值最低的是 CK, 为 72 501.56 元·hm⁻²。

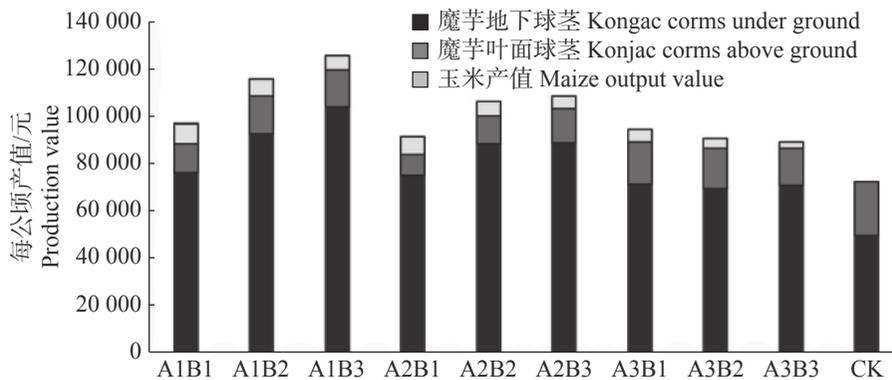


图 1 玉米播期和密度组合对土地复合产值的影响

Fig. 1 Effects of maize sowing date and planting density on the total land output value

3 讨论

通过间作增加作物多样性, 可以更有效地利用现有的土地、光照、温度和水肥等自然资源, 不但能减少病虫害种群密度和危害程度, 更重要的是可提高单位面积的生物产量及经济稳定性^[16]。魔芋是一种对光敏感的典型喜阴植物, 而玉米是典型的高秆喜光作物。高秆玉米和矮秆魔芋间作可以充分利用不同层次空间的光源, 获得比单一种植更高的产量和经济效益^[13-14]。但是, 在同一地块进行玉米和魔芋间作试验中, 除品种搭配外, 玉米的播期和种植密度是影响魔芋生物性状和产量的主要限制因素。

在本试验中, 随着玉米播期的推迟, 魔芋株高、叶柄直径、地下球茎和玉米产量降低; 随着玉米种植密度的降低, 魔芋叶盘直径和地下球茎产量增大, 魔芋株高和玉米产量下降。进一步对玉米播期和种植密度采用多因素方差进行主效应分析发现, 不同玉米播期和种植密度对魔芋叶柄直径和地下球茎产量产生显著的交互作用; 而不同玉米播期采用何种密度对魔芋叶盘直径、魔芋株高、魔芋叶面球茎产量和玉米产量都不产生显著影响。单独种植魔芋时, 魔芋叶盘直径、叶柄直径、魔芋叶面球茎产量最大, 但是魔芋株高和地下球茎产量最低。在魔芋的品种选育过程中, 株高、叶柄直径、叶盘直径、叶面球茎及地

下球茎产量是魔芋重要的农艺性状。因此,根据本试验的研究结果,笔者建议育种专家可以有针对性地选择对间作玉米的播期和密度进行选择搭配,侧重对魔芋某一个或某几个农艺性状指标进行选育。

就产量和经济效益而言,由于魔芋地下球茎产量大单价高,其在土地复合产值中的经济价值较高,因此,魔芋地下球茎产量的高低是对间作玉米播期和密度搭配进行选择的主要考量因素。在本试验中,魔芋种植密度为 5.6 万株 \cdot hm $^{-2}$,在魔芋零星出苗(10%)、间作玉米密度为 1.39 万株 \cdot hm $^{-2}$ 时,土地复合产值最高,为 $25\,523.09$ 元 \cdot hm $^{-2}$,其中,魔芋地下球茎产值为 $104\,097.79$ 元 \cdot hm $^{-2}$ (占82.93%),魔芋叶面球茎产值为 $15\,466.67$ 元 \cdot hm $^{-2}$ (占12.32%),玉米产值为 $5\,958.62$ 元 \cdot hm $^{-2}$ (占4.47%)。相比单独种植魔芋(CK, $72\,501.56$ 元 \cdot hm $^{-2}$),土地复合总产值可增加 $53\,021.53$ 元 \cdot hm $^{-2}$ 。此外,玉米和魔芋合理的间作模式不但能提高土地复合产值,还能减少魔芋软腐病发病率。许敏等^[11]认为间作时玉米的种植密度为(1.8~2.25)万株 \cdot hm $^{-2}$,魔芋种植密度为(3.75~4.5)万株 \cdot hm $^{-2}$ 时,魔芋软腐病发生率最低。由于栽种试验受海拔、气候等因素影响较大,因此,本试验结果的参考性也有较大的地域限制。段龙飞等^[13]认为在低海拔魔芋种植区,魔芋间作玉米模式中,当魔芋种植密度为 2.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 时,玉米间种的密度一般为 2.5 万株 \cdot hm $^{-2}$ 左右时经济效益最佳。因此,笔者建议在下一步的试验研究中,可充分利用云南气候类型丰富多样、海拔高差悬殊等特点,在不同海拔梯度的地区进行玉米间作魔芋的多年栽种试验,优化品种搭配,并调查其魔芋软腐病发生率和病情指数,掌握玉米间作魔芋的栽种规律,为云南省玉米间作魔芋规范化栽培提供依据。

参考文献:

- [1] 刘佩瑛. 魔芋学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004
- [2] 庞杰, 张盛林, 刘佩瑛, 等. 中国魔芋资源的研究[J]. 资源科学, 2001, 23(5): 87-89.
- [3] 谢世清, 余杨, 刘贵周, 等. 云南高原优势魔芋资源研究[J]. 种子, 2004, 23(3): 49-50.
- [4] 寸湘琴, 赵庆云, 黎亚东, 等. 云南高原特有魔芋种质的性状分析[J]. 中国农学通报, 2005, 21(6): 207-212.
- [5] 许时婴, 杨莉. 魔芋葡甘露聚糖的性质与魔芋精粉品质研究[J]. 无锡轻工业学院学报, 1990, 9(3): 26-32.
- [6] 张东华, 汪庆平. 珠芽魔芋热区(橡胶)林下套种模式展望[J]. 热带农业工程, 2016, 40(3): 21-27.
- [7] 崔鸣, 吴廷新, 李琼. 秦巴山区玉米间作魔芋试验研究[J]. 玉米科学, 2000, 8(增刊): 41-43.
- [8] 徐燕, 郑毅, 毛昆明, 等. 玉米魔芋间作条件下作物的氮素养分吸收规律研究[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2007, 22(6): 881-886.
- [9] 白学慧, 姬广海, 李成云, 等. 魔芋与玉米间栽对魔芋根际微生物群落代谢功能多样性的影响[J]. 云南农业大学学报(自然科学版), 2008, 23(6): 736-740.
- [10] 邵梅, 杜魏甫, 许永超, 等. 魔芋玉米间作魔芋根际土壤尖孢镰孢菌和芽孢杆菌种群变化研究[J]. 云南农业大学学报, 2014, 29(6): 828-833.
- [11] 许敏, 冯小俊, 胡平. 不同遮荫度对魔芋软腐病的影响[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(23): 4856-4857.
- [12] 张红骥, 邵梅, 杜鹏, 等. 云南省魔芋与玉米多样性栽培控制魔芋软腐病[J]. 生态学杂志, 2012, 31(2): 332-336.
- [13] 段龙飞, 郭邦利, 蔡阳光, 等. 玉米套种遮荫密度对花魔芋产量及病害的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2018, 38(12): 22-25.
- [14] 李珍, 谢世清, 徐文果, 等. 间作和净作条件下喜阴植物谢君魔芋的光合作用及光合诱导特征研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2017, 25(1): 26-34.
- [15] 刘艳, 郭华春, 张雅琼, 等. 魔芋与玉米间作群体中魔芋植株生长及葡甘露聚糖含量变化的研究[J]. 西南农业学报, 2013, 26(3): 1120-1125.
- [16] HE H M, LIU L N, SHAHZAD M, et al. Crop diversity and pest management in sustainable agriculture [J]. Journal of Integrative Agriculture, 2019, 18(9): 1945-1952.

Effects of maize sowing date and planting density on agronomic traits and yields of konjac intercropped with maize

YAN Suo, DUAN Xuetian, XIE Ming, YANG Lingcong, XU Wenguo
(Dehong Agricultural Technical Extension Center, Mangshi, Yunnan 678400, China)

Abstract: Konjac (*Amorphophallus konjac*) was intercropped with maize to observe the effects of different sowing dates and planting densities of maize on the agronomic traits and yields konjac. Konjac was intercropped with maize at three sowing dates (A1: Konjac seedlings at an emergence rate of 10%; A2: Konjac seedlings at an emergence rate of 50%; A3: Konjac seedlings at an emergence rate of 90%), and at three planting densities (B1: 41 700 plants·hm⁻²; B2: 20 800 plants·hm⁻²; B3: 13 900 plants·hm⁻²). The agronomic traits of konjac at the end of the konjac leaf expansion, the yields of konjac and maize and land outputs were determined. The results showed that with the delay of maize sowing dates, the plant heights, petiole diameters and yield of underground corms of konjac, and maize yield decreased. With the decrease of maize planting densities, the leaf diameter and the yield of underground corms of konjac increased, while the konjac plant heights and maize yield decreased. Different maize sowing dates and planting densities had significant interaction effects on both konjac petiole diameter and the yield of underground corm. The maize densities used in different sowing dates did not have significant effect on the leaf diameters, plant heights, yield of aboveground corm of konjac, and yield of maize. When solely planted, kongjac was the highest in leaf diameters, petiole diameters and aboveground corm yield, but the lowest in plant heights and underground corm yield. The land had a higher output value when konjac was intercropped with maize at a density of 13,900 plants/ha at the maize sowing date when konjac had an emergence rate of 10%.

Keywords: konjac; maize; intercropping; sowing date; planting density

(责任编辑:钟云芳)