

坡耕地玉米马铃薯间作蓄存田间水分效应研究

蒲美玲^{1,2}

(1. 广西大学农学院, 广西南宁 530005; 2. 广西农业科学院百色分院/百色市农业科学研究所, 广西百色 533612)

摘要 研究了坡耕地玉米马铃薯不同种植模式(玉米马铃薯2:2间作、玉米马铃薯4:4间作、马铃薯单作、玉米单作)对蓄存田间水分的影响。结果表明,在相同的自然水分条件下,玉米马铃薯4:4间作处理的水分利用率较高且蓄存较多水分。因此,坡地上合理的间作方式能蓄存水分,其中4:4间作处理蓄存水分较多。该研究对保护坡耕地生态环境和解决广西粮食安全具有一定的指导意义。

关键词 坡耕地;玉米;马铃薯;间作;田间水分

中图分类号 S157 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)12-0032-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.12.010



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Corn and Potato Intercropping on Storing Field Moisture in Slope Cropland

PU Mei-ling^{1,2} (1. College of Agronomy, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530005; 2. Baise Branch, Guangxi Academy of Agricultural Sciences/Baise Academy of Agricultural Sciences, Baise, Guangxi 533612)

Abstract Effects of corn and potato intercropping modes (maize potato 2:2, maize potato 4:4, maize sole cropping and potato sole cropping) on storing field moisture in slope cropland were researched. Results showed that under the same natural conditions, maize potato 4:4 intercropping treatment could store more water and had relatively higher water use efficiency. Therefore, reasonable intercropping in slope cropland could store moisture. And the 4:4 intercropping treatment showed relatively greater water reservoir capability. This research showed certain guiding significance for the protection of the ecological environment and for solving the food security in Guangxi.

Key words Slope cropland; Corn; Potato; Intercropping; Field moisture

广西地域辽阔,山地居多,生态气候条件适宜玉米和马铃薯生长,玉米间作马铃薯在粮食增产与农业增收中发挥着重要作用。但广西属喀斯特地貌,大部分地区(河池市、百色市、桂林市、南宁市等)坡地较多,容易发生水土流失,造成粮食产量较低;同时这些地区人口密度大,约占广西总人口的50%,对粮食需求也很大,粮食供需矛盾突出。由于坡地的地形比较复杂,坡地的长期耕作粗放、种植结构单一、水土流失严重、生产力十分低下,因此极大地制约了全区的农业发展^[1]。

广西属亚热带季风气候,雨热同期,降水量时空分布不均,气象灾害频发,干旱是影响地区最重要的气象灾害之一^[2]。广西近几年的干旱充分说明了水资源短缺且降雨分配不均是影响我国农业持续发展的重要限制因子,因此以提高农业用水效率为目标的节水农业是农业生产持续发展的重要途径^[3]。水分不足是旱地农业发展的主要限制因素,如何有效地利用有限的降水在干旱地区尤为重要。因降雨多转化为土壤水被农作物加以利用,降水利用率可用土壤储水量与降水量的比值来衡量,即降水转化为土壤水分程度的高低^[4]。

成婧等^[5]对玉米苜蓿间作的蓄水保土效益进行研究,结果显示玉米苜蓿间作地的土壤含水量大于玉米单作地的土壤含水量;而苜蓿地植被覆盖面积大,能够有效地截留降水,减少产沙量,因此保土效益明显。玉米苜蓿间作的径流量和产沙量均小于玉米单作,说明玉米苜蓿能够有效地减少径流的冲刷侵蚀,具有良好的拦沙性能,因此玉米苜蓿间作的蓄水

保土效益显著。苜蓿土壤能够储蓄天然降水,满足作物生长对水分的需求。间作能够大大提高作物水分利用效率,改善土壤水分状况。由于马铃薯也具有地植被覆盖面积大的特性,因此可进行相似的研究。针对广西特殊的地形和耕作特点,笔者研究了坡耕地玉米马铃薯间作条件下的作物蓄存水分和产量效应,筛选出在保证作物产量的同时蓄存水分能力效果最佳的种植方式,既保证主作物玉米不减产或增产,又能控制水土流失,尽可能求得最佳经济效益、社会效益和生态效益,从而促进农业可持续发展^[6]。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验地位于南宁武鸣试验基地,海拔77 m,坡度为10°,土质为砂壤土。小区面积3 m×10 m(30 m²),每个小区底部有1个1 m×1 m×1 m(1 m³)的蓄水池,内置1个塑料桶,用来收集因为降雨而产生的水土流失量。

1.2 试验材料 供试品种为玉米(*Zea mays* L.)云瑞88和马铃薯(*Solanum tuberosum*)会-2。

1.3 试验设计 试验采用单因素随机区组设计,3次重复,共12个小区。试验设4个处理,其中处理A为玉米马铃薯2:2间作;处理B为玉米马铃薯4:4间作;处理C为马铃薯单作;处理D为玉米单作,具体种植规格见表1。

1.4 试验方法

1.4.1 种植方式。马铃薯于2018年3月19日播种,采用打塘穴播;玉米于2018年5月4日育苗,5月26日移栽,采用育苗移栽的种植方式。

1.4.2 施肥水平。玉米底肥:施有机肥15 000 kg/hm²、尿素150 kg/hm²、普钙600 kg/hm²、硫酸钾120 kg/hm²;追肥:在小喇叭口期施尿素225 kg/hm²,大喇叭口期施尿素300 kg/hm²。马铃薯底肥:施农家肥15 000 kg/hm²、尿素150 kg/hm²、普钙750 kg/hm²、钾肥112.5 kg/hm²;追肥:在现蕾期追施尿素150 kg/hm²。

基金项目 国家现代农业产业技术体系广西玉米创新团队建设项目(nycytxgxtid-04-07)。

作者简介 蒲美玲(1992—),女,广西隆林人,助理农艺师,硕士研究生,研究方向:作物栽培。

收稿日期 2019-11-25; **修回日期** 2019-12-10

表 1 不同处理种植规格比较

Table 1 Comparison of the planting scales of different treatments

处理编号 Treatment code	作物 Crop	密度 Density 株/hm ²	行距 Line spacing//cm		株距 Row spacing cm	小区行数 Lines per plot//行/区	每行株数 Plants per line//株	每小区种植株数 Plants per plot//株/区	幅宽 Breadth//m
			宽行 Wide row	窄行 Narrow row					
A	玉米	55 040	140	50	20	11	15	165	1.9
	马铃薯	33 018	150	40	35	11	9	99	—
B	玉米	55 040	220	50	20	11	15	165	3.7
	马铃薯	33 018	250	40	35	11	9	99	—
C	马铃薯	33 018	55	55	35	18	9	162	1.1
D	玉米	55 040	75	75	25	14	12	165	1.5

1.3.3 田间管理。各处理中耕除草、培土及病虫害防治等田间管理措施均保持一致。

1.4 指标测定

1.4.1 降雨量观测。利用美国造 Davis Vantage Pro 2 型无线自动气象站,每隔 5 min 记录 1 次数据,对整个生育期内的降雨次数及降雨量进行观测。

1.4.2 径流量。每次降雨产生径流后,首先测出径流塑料桶的径流深度,然后根据计算公式算出径流量。径流量计算公式为 $V=1\ 194\ h+4.9\ h^2+0.006\ 7\ h^3$,式中 h 为测定的径流深度(cm), V 为径流量(m³)。

1.4.3 降雨水分利用效率。降雨水分利用效率公式为 $Pe=P-Rs-Er-Wf$,式中 P 为降雨量, Rs 为地面径流量, Er 为雨期蒸发量, Wf 为深层渗漏量。

1.5 数据处理 采用 SPSS、Word 和 Excel 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同生育期各处理降雨量的比较 2018 年 4—10 月份试验地的降雨量分别为 15.4、116.7、101.3、208.2、221.3、51.6、78.5 mm,整个生育期总降雨量为 792.9 mm。降雨集中在 5—8 月份,占总降雨量的 81.7%,尤其是 7、8 月份占总降雨量的 54.2%。该时段正好是作物生长的重要时期,田间环境气温较高,植株叶面蒸腾旺盛,植株需水量较大,因而对降雨量的要求也较高,充足的降雨量为作物的生长提供了良好的环境条件。

方差分析显示,各处理的降雨水分利用效率达到了极显著水平($P<0.01$)。其中,处理 B 和 D 的降雨水分利用效率

显著高于处理 A 和 C,处理 D 的降雨水分利用效率最高,为 3.154%;而处理 C 最低,为 1.245%,因此单作玉米处理的降雨水分利用效率是单作马铃薯处理的 2.53 倍;间作处理(处理 A、B)介于二者之间,但处理 B(3.047%)的降雨水分利用效率高于处理 A(1.245%),与处理 D 差异不显著。处理 C 的水分利用率低于处理 D,间作处理 B 的水分利用率较间作处理 A 高。

2.2 不同处理对土壤含水量的影响 由表 2 可知,6 月 16 日和 25 日各处理的土壤含水量差异不显著($P>0.05$),而 7 月 8 日、7 月 13 日、7 月 25 日、8 月 10 日、8 月 19 日的土壤含水量以及总平均含水量差异均达到显著水平($0.01<P<0.05$)。其中 6 月 16 日、7 月 8 日均是 4:4 间作处理(处理 B)最高,2:2 间作处理(处理 A)最低,处理 B 比处理 A 土壤含水量高 22.67% 和 22.22%,分别比单作玉米(处理 D)和单作马铃薯(处理 C)高 4.43%、13.09% 和 15.72%、17.43%;6 月 25 日和 7 月 25 日处理 B 的土壤含水量最高,而处理 C 最低,处理 B 比处理 C 的土壤含水量高 27.72% 和 20.58%,分别比处理 D 和 A 高 16.49%、14.85% 和 20.04%、20.31%;7 月 13 日、8 月 10 日和 8 月 19 日处理 B 的土壤含水量最高,而处理 D 最低,处理 B 比处理 D 分别高 26.39%、24.58% 和 24.23%,分别比处理 C 和处理 A 高 24.95%、13.69%、12.84%、23.47% 和 16.10%、23.08%;处理 B 总平均含水量显著高于其他处理,而处理 D 最低,处理 B 分别比处理 D、C 和 A 高 20.32%、18.41% 和 20.16%。因此,处理 B 的土壤含水量最高,最有利于土壤水分的蓄存。

表 2 不同处理土壤含水量比较

Table 2 Comparison of different soil moisture contents in different treatments

处理编号 Treatment code	06-16	06-25	07-08	07-13	07-25	08-10	08-19	平均 Average
A	15.00	21.34	32.09 b	37.70 ab	26.54 b	40.56 b	38.91 b	30.30 b
B	18.40	24.51	39.22 a	42.86 a	31.93 a	50.08 a	47.89 a	36.41 a
C	16.27	19.19	33.40 b	34.30 b	26.48 b	44.38 ab	41.25 b	30.75 b
D	17.62	21.04	33.89 b	33.91 b	26.60 b	40.20 b	38.55 b	30.26 b
F 值 F value	1.708	1.611	5.470*	4.534*	4.181*	5.090*	6.306*	7.471*
P 值 P value	0.242	0.262	0.024	0.039	0.047	0.029	0.017	0.010

注:同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著; * 表示在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; * indicated significant differences at 0.05 level

2.4 不同处理水分分配规律及相关分析 由表3可知,不同处理间的蒸发值和径流量都达极显著水平($P<0.01$),不同处理间土壤含水量达显著水平($0.01<P<0.05$),说明不同处理对水分的蒸发值、径流量、土壤含水量的影响较明显。其中,单作玉米(处理D)的蒸发值大于其他处理,单作马铃薯(处理C)蒸发值最小,单作玉米和2:2间作(处理A)及马铃薯单作和4:4间作处理(处理B)之间差异不显著,但处理B的蒸发值小于处理A,减少了14.78%。处理D的径流量显著高于其他处理,但其他处理之间的差异不显著;处理C的径流量最小,为 0.515 m^3 ,处理B比处理A径流量小9.15%。处理B的土壤含水量显著高于其他处理,分别比其他处理高20.34%、18.41%、20.16%。综上所述,处理B的水分蒸发值和径流量都较小,且小于处理A,而土壤含水量明显较大,说明处理B的蓄水保水性能最好。

表3 不同处理水分分配规律比较

Table 3 Comparison of different water distribution laws in different treatments

处理编号 Treatment code	蒸发值 Evaporation value//mm	径流量 Volume of runoff// m^3	土壤含水量 Soil moisture content//%
A	2.442 bA	0.601 bB	30.300 b
B	2.081 cB	0.546 bB	36.409 a
C	2.069 cB	0.515 bB	30.748 b
D	2.590 aA	2.140 aA	30.255 b
F 值 F value	39.792 *	79.645 *	7.470 *
P 值 P value	0	0	0.010

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

Note: Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level; * indicated significant differences at 0.05 level; ** indicated extremely significant differences at 0.01 level

3 结论与讨论

该试验结果显示,4:4间作处理的土壤含水量最高,且水

分利用效率高于2:2间作处理,有利于土壤水分的蓄存。因此,4:4间作处理土壤水分蓄存能力强、水分利用率高,从而可提高坡耕地上作物的产量和经济效益。通过改变田间小气候、改良土壤结构、增加地面覆盖从而起到拦蓄降雨、减少水分流失、保持土壤肥力以提高农作物生产力的作用^[7]。由于马铃薯破板结能力较强,在坡耕地上进行玉米马铃薯间作可在一定程度上改良土壤结构。作物叶片能增加地面覆盖拦蓄降雨,从而减少水分流失、提高保土保肥、增加作物的产量和经济效益。安瞳昕等^[8]、傅志兴等^[9]和杨友琼等^[10]对坡耕地玉米间作蔬菜等不同种植方式的径流和土壤侵蚀进行研究,结果表明间作处理的保水效果优于单作,且间作可提高作物产量。

综上所述,玉米马铃薯4:4间作处理能够蓄存较多水分,可在一定程度上缓解水土流失,因此该研究结果为广西坡耕地合理利用提供了有效指导,也为农业的可持续发展奠定了理论基础。

参考文献

- [1] 张文安,徐大地,肖厚军,等.黔中黄壤丘陵旱坡地不同耕作制与水土保持研究[J].贵州农业科学,2001,29(2):38-40.
- [2] 陈燕丽,蒙良莉,黄肖寒,等.基于SPEI的广西喀斯特地区1971—2017年干旱时空演变[J].干旱气象,2019,37(3):353-362.
- [3] 王菊芬,吴伯志.间套作系统中土壤水分研究进展[J].云南农业大学学报,2009,24(2):286-291.
- [4] 黄占斌,山仑.论我国旱地农业建设的技术路线与途径[J].干旱地区农业研究,2000,18(2):1-6.
- [5] 成婧,吴发启,路培,等.玉米苜蓿间作的蓄水保土效益试验研究[J].水土保持研究,2012,19(3):54-57.
- [6] 刘玉华,张立峰.土地当量比的实质及应用分析[J].耕作与栽培,1999(4):64-65.
- [7] 郑文杰,郑毅.云南省水土流失概况及水土保持措施[J].湖北农业科学,2005(6):4-7.
- [8] 安瞳昕,李彩虹,吴伯志,等.玉米不同间作方式对坡耕地水土流失的影响[J].水土保持学报,2007,21(5):18-20,24.
- [9] 傅志兴,杨静,湛方栋,等.玉米与蔬菜间作削减农田径流污染的分析[J].环境科学研究,2011,24(11):1269-1275.
- [10] 杨友琼,吴伯志,安瞳昕.云南省玉米间作蔬菜和牧草对坡地土壤侵蚀的影响[J].水土保持通报,2011,31(3):26-31.

(上接第31页)

葵新品种。研究显示,合理种植能够有效提高经济效益、调整种植业结构、促进种植业的生态平衡^[9-12]。目前,吉食葵1号仍有改良空间,应继续从现有的种质资源中创制出更多的优异亲本系,从而选育抗菌核病的品种。

参考文献

- [1] 妥德宝,安昊,张君,等.国内外向日葵施肥栽培技术发展现状与发展趋势[J].内蒙古农业科技,2010(6):1-2.
- [2] 乔广军.向日葵的种植方式与合理密植[J].现代农业科技,2014(16):54,56.
- [3] 李晓伟,李洋,朱统国,等.吉林省中部地区食用向日葵杂交种对比试验[J].东北农业科学,2018,43(4):17-22.
- [4] 李瑞,贺丽瑜,刘冬梅,等.向日葵品种比较试验[J].安徽农业科学,2017,45(13):39-40.

- [5] 党继革,李会国,代云志,等.河北省食用向日葵品种比较[J].安徽农业科学,2015,43(30):66-67.
- [6] 姜显国,王广宇,付永生.龙葵杂6号向日葵的特征特性及高产栽培技术[J].现代农业科技,2018(19):40.
- [7] 贾爱红,彭席卿.嗜食型向日葵品种晋葵7号的选育及良种繁育技术[J].安徽农业科学,2014,42(21):6979-6980.
- [8] 任永生.向日葵优质高产栽培技术[J].农业技术与装备,2013(18):35-36.
- [9] 张峰,张学武.山西省向日葵产业现状及对策研究[J].安徽农业科学,2018,46(26):214-216.
- [10] 刘建华,再生斌,姚元虎.优质食用型向日葵杂交种A9选育报告[J].甘肃农业科技,2017(7):6-8.
- [11] 刘建华,姚元虎,再生斌.优质食用型向日葵杂交种A6选育报告[J].甘肃农业科技,2017(6):22-24.
- [12] 陈作兴,王天礼.食用向日葵新品种AD630选育报告[J].甘肃农业科技,2016(6):23-24.