

木薯—野花生间作对根系分布 变化及土壤质量的影响

漆智平

(中国热带农业科学院农牧研究所,海南 儋州,571737)

摘要:选择木薯单种和木薯—野花生间作研究其根系空间变化及对土壤质量的影响。结果表明:木薯单作和间作处理的根系有86.8%和91.1%分布在0~40 cm土层空间,间作在此空间的根系生物量比单作增加了55.4%;间作的覆盖率比单作提高了56.8%,表土流失量比单作低4倍。木薯与野花生间作促进了木薯对养分的吸收,提高了地上部生物量和养分含量。木薯间种野花生后,可极显著地促进木薯对钾素的吸收,同时也提高各土层间有效养分的含量、增强土壤供肥能力,使土壤质量得到提高。

关键词:木薯;野花生;根系分布;土壤质量

中图分类号:S 315;S 158

文献标识码:A

木薯(*Manihot esculenta*)是热带地区最主要的块根作物,也是热带贫困地区3亿多人的主要粮食来源。同时也是用作饲料和淀粉工业、酒精工业的重要原料^[1]。木薯一般种在瘠薄的坡地上,不仅产量低而且地力耗竭严重、水土流失量大^[2]。为了土壤的持续利用,将野花生(*Arachis pintoi*)与木薯间作,以增加地面覆盖减少水土流失。野花生是热带地区广泛用于草场间作的一种豆科牧草。它与禾本科牧草混播可提高草地的生产潜力,放牧期比单种禾本科的草地长10 a以上^[3]。用它和木薯间作力求二者在土

壤生态环境中得到互补、提高木薯的产量和品质、提高土壤在生态系统中维持生物生产力、保持环境质量等作用的能力^[4]。

1 材料和方法

1.1 材料

木薯品种为 *Manihot esculenta* cv. *algodona*, 野花生品种为 *Arachis pintoi* CIAT 17434。供试土壤为发育在火山灰沉积物上的砖红壤,坡度为24°。其剖面理化性状见表1。

表1 供试土壤剖面理化性状

Tab. 1 The physicochemical properties of soil profile tested

样号	深度 /cm	w (有机质)	w (速效磷) ¹⁾	$pH(H_2O)$	b (交换Ca)	b (交换Mg)	b (交换K)
		$/(g \cdot kg^{-1})$	$/(mg \cdot kg^{-1})$		$(cmol \cdot kg^{-1})$		
26	0~5	148	14.5	5.1	2.13	0.71	0.74
27	5~10	135	12.8	4.9	2.05	0.57	0.51
28	10~20	88	6.0	5.2	0.83	0.18	0.14
30	40~80	19	1.7	5.1	0.69	0.17	0.14

1)速效磷用Bray II法测定

1.2 方法

1.2.1 试验设计 在9种不同栽培模式中选择木薯单种和木薯—野花生间作处理进行专项研究。每处理设3次重复,每个小区面积400 m²。第1次种植时施用鸡粪6 t/hm²,以后每季施用鸡粪3 t/hm²。试验从1994年10月开始,采样期为1997年1月(第2茬种植,10个月龄)。

1.2.2 采样方法 木薯种植的株×行距为0.9 m×0.9 m,在有代表性的位置选2株木薯,从邻近株、行中间画出一个0.9 m×1.8 m的样方。坎掉样方中的2株木薯,并将木薯茎、叶分开采样。样方中的枯枝落叶和杂草及野花生分别采样。先挖出一株木薯块根和地下茎(种茎)后,在离另一株木薯10 cm的位置挖一剖面,按0~10, 10~20, 20~40, 40~80 cm分层

收稿日期:1999-03-09

作者简介:漆智平(1955~),男,副研究员

基金项目:国家外专局资助项目

采样. 每层用 5 个 d 为 5 cm 的环刀取到要求深度^[5,6], 将各层 5 个样点的土混成一个样, 装入塑料袋. 同时在剖面不同方位取各层样测容重. 采完土样再挖出另一株块根和种茎.

1.2.3 样品处理 将茎、叶、块根、种茎 + 粗根、野花生、枯枝落叶和杂草分别称鲜质量. 用叶面积测定仪测定叶面积. 分别称取 200~400 g 鲜样放在 60℃ 的烘箱中烘干(3 d)、称其质量、磨细过 1 mm 筛. 将土样彻底混匀, 称各层土总重, 称取部分土样洗出各层的根. 用手工将活根和有机物分选开, 各层的根长用根长扫描仪测定.

1.2.4 样品分析 用过 1 mm 筛的植物样进行养分分析^[7], 用嫌气培养法测定土壤矿化率^[8], 用常规方法测定土壤速效养分^[9], 表土的得失用 Amezquita 方法测定^[10], 各种分析数据用 SAS 软件进行统计分析.

2 结果与讨论

2.1 两种处理的生物量

2.1.1 不同处理各层根的生物量 在单作和间作

条件下各土层根系的空间分布具有明显的差异. 从表 2 可见, 不仅根系总量在单作与间作中表现不同, 而且在土层中的空间分布也表现出明显的差异. 在 0~10 cm 土层空间木薯间作的根生物量比单作增加了 66.0%; 在 0~40 cm 内间作的各层根系空间分布生物量远远大于木薯单作, 间作的根生物量比单作增加了 55.4%; 在 40~80 cm 土层中单作和间作处理的根系生物量相同, 在该土层主要是木薯根系, 这说明野花生根系主要是分布在 0~40 cm 的土层空间. 但这 2 种栽培系统的根系密度非常接近, 表明木薯间作比单作的根系更粗壮. 由于间作表土层的根系生物量大, 这有利于吸收养分和保持水土、减少陡坡地的土壤侵蚀. 从表 2 可见, 间作处理的水土流失量仅为单作的 1/4. 间作处理中野花生和木薯并未表现出明显的竞争现象, 单作块根干质量为 2 570 kg/hm², 间作的为 2 300 kg/hm², 经 LSD 检验二者差异未达显著水平.

表 2 不同处理各土层根系测定结果

Tab. 2 The root measurement of the two systems

土层深度/cm	根生物量/(kg·hm ⁻²)		根系密度/(cm·cm ⁻³)		表土流失/(t·hm ⁻²) ¹⁾	
	单 作	间 作	单 作	间 作	单 作	间 作
0~10	470	780	0.98	0.96	-193±27	-50±24
10~20	260	280	0.13	0.36		
20~40	190	370	0.28	0.28		
40~80	140	140	0.09	0.09		
总 量	1 060	1 570	0.37-平均-	0.42		

1)表土流失量为 6 个月总量

2.1.2 不同处理地上部生物量 单作和间作在土壤空间根量的变异, 必然影响到地上部生长量的不同. 由表 3 可知, 在间作条件下木薯叶片干质量比单作增加了 9.68%, 若加上野花生干叶质量, 则间作的叶片生物量比单作增加了 58.9%; 间作的木薯茎和野花生茎生物量比单作木薯茎生物量高 12.8%; 枯枝落叶干质量是单作比间作高 50.8%; 间作的地上部总生物量比单作增加了 9.03%. 由于木薯单作地下部根系量少, 难以为地上部旺盛生长提供足够养分, 造成营养不良、导致早衰而产生大量的枯枝落叶.

表 3 不同处理地上部生物量对比(kg/hm²)

Tab. 3 Aboveground biomass compared

处 理	叶生物量		茎生物量		枯枝落叶	总生物量
	木薯	野花生	木薯	野花生		
单 作	1 240	-	4 150	-	1 810	7 200
间 作	1 360	610	3 870	810	1 200	7 850

间作和单作根系的空间分布不同而使木薯营养状况也不同, 则使叶/茎比率等指标产生差异. 由表 4 看出, 单作和间作木薯的叶面积指数差异不大, 但加上野花生则间作的叶面积指数就比单作增加了 56.8%. 间作的木薯叶/茎比率比单作高 25.0%, 单位面积干叶质量比单作增加了 6.98%. 这进一步说明木薯间作的营养状况比单作更协调.

表 4 不同处理叶特性对比

Tab. 4 The comparison of leaf attributes in the two systems

处 理	叶面积指数		单位面积干叶质量		叶/茎	
	/(m ² ·m ⁻²)		/(g·m ⁻²)			
	木薯	野花生	木薯	野花生	木薯	野花生
单 作	2.78	-	47.3	-	0.24	-
间 作	2.70	1.66	50.6	36.1	0.30	0.74

2.2 不同处理对养分的吸收

在单作和间作体系中,由于根系在土层间的变异,使它们获取养分的有效空间表现出明显的差异.仅从各部位养分浓度来看(表5),不同处理之间的N、P、Ca、Mg的相对含量差异不大,但是间作处理各部位K的浓度明显高于单作处理.

表5 不同处理各部位养分浓度

Tab. 5 The nutrient concentration in different parts

处 理	部 位	$w/(mg \cdot g^{-1})$				
		N	P	K	Ca	Mg
单 作	茎	0.82	0.11	0.77	0.62	0.30
间 作	茎	0.79	0.13	1.03	0.65	0.28
单 作	叶	4.27	0.27	1.24	0.68	0.27
间 作	叶	4.22	0.28	1.45	0.61	0.23
单 作	枯枝	1.76	0.10	0.58	1.34	0.34
间 作	枯枝	1.85	0.12	0.70	0.16	0.26
单 作	野花生	-	-	-	-	-
间 作	野花生	2.46	0.19	1.86	0.94	0.31
单 作	块根	0.44	0.10	0.57	0.11	0.09
间 作	块根	0.38	0.08	0.91	0.12	0.09
单 作	种茎	0.76	0.11	0.61	0.42	0.21
间 作	种茎	0.67	0.10	0.80	0.42	0.20
单 作	细根	1.22	0.11	0.25	0.71	0.13
间 作	细根	1.37	0.11	0.25	0.71	0.14

用不同处理吸收养分的绝对量能更真实的表现根系对养分的吸收能力.由表6可见:间作叶片吸

收N、P、K和Ca的量均高于单作,木薯与野花生间作不仅没引起相互间对养分的竞争而减少木薯对养分的吸收量,相反,间作后木薯各部位对K的吸收量均明显增加.木薯+野花生地上和地下部吸钾总量比单作增加了54.7%,特别是间作块根中钾的含量显著高于单作,这有利于促进块根中淀粉的积累和木薯块根的产量及品质进一步提高.另外N、P、Ca、Mg吸收总量也是间作高于单作.提高量分别为:N 26.6 kg/hm²、P 3.6 kg/hm²、Ca 3.4 kg/hm²、Mg 0.1 kg/hm².

2.3 不同处理对土壤养分状况的影响

间作处理的净矿化氮、有效氮、有效磷、交换性钙、镁的总量比单作分别增加了19.1%,19.1%,52.6%,46.2%和114.9%(见表7).植株吸钾总量比单作增加了54.7%,而间作处理土壤中的速效钾还比单作提高了2.5倍.表明野花生对土壤钾的活化能力强,促进了木薯对K的吸收.木薯是喜钾作物,这无疑对满足木薯钾素的需要、提高木薯产量、改善品质都提供了良好的条件.土壤其它养分含量的增加与间作条件下增加了根系分泌物的种类、数量以及野花生根瘤固氮作用对土壤的影响有关.如有资料报道植物根系分泌的有机酸通过对根际磷的络合溶解作用,可大大增加磷的有效性^[10].在间作栽培条件下,野花生根系分泌大量含氮化合物而木薯根分泌物以碳水化合物为主.不同的分泌物促进了土壤中各种微生物的生长繁殖,微生物活化土壤的养分,又促进了根系对养分的吸收,形成了良好的土壤生态环境.木薯与野花生间作是一种较好的栽培模式,有利于对土壤质量的提高.

表6 不同处理各部位养分吸收量

Tab. 6 The nutrient uptake by different parts in the two systems

处 理	养 分	部 位							kg/hm ²
		茎	叶	枯枝	野花生	块根	种茎	细根	
单 作	N	35.1	54.9	33.0	-	11.6	7.8	13.6	156.0
间 作	N	30.0	57.2	22.1	36.0	8.8	7.5	21.0	182.6
单 作	P	4.6	3.5	1.9	-	2.0	1.1	1.1	13.7
间 作	P	4.8	3.8	1.5	2.8	1.8	1.1	1.5	17.3
单 作	K	33.6	17.0	10.1	-	13.5	5.8	2.8	82.8
间 作	K	39.2	20.2	8.8	25.8	21.1	9.1	3.9	128.1
单 作	Ca	25.7	8.3	24.3	-	2.7	4.1	7.7	72.8
间 作	Ca	24.4	8.4	14.1	12.3	2.8	4.7	9.8	76.2
单 作	Mg	12.3	3.4	6.0	-	2.0	2.1	1.5	27.3
间 作	Mg	10.5	3.2	3.2	4.2	2.1	2.2	2.0	27.4

表 7 各土层提供养分的量
Tab. 7 The nutrient supplied from each layer

处 理	深 度/cm	净矿化氮	有效氮	有效磷	有效钾	交换性钙	交换性镁
		kg·hm ⁻²					
单 作	0~10	1.41	21.70	10.36	123.83	698.87	98.47
	10~20	2.07	16.54	6.73	59.41	446.56	59.68
	20~40	2.28	27.69	3.56	55.42	393.61	67.55
	40~80	0.48	61.87	6.78	56.37	710.65	92.74
总 量	0~80	6.24	127.80	27.43	295.03	2 249.69	318.44
间 作	0~10	2.01	26.06	18.06	193.84	1 026.85	199.03
	10~20	2.48	18.90	12.34	128.16	685.62	150.53
	20~40	2.18	31.44	3.98	246.38	533.84	146.02
	40~80	0.76	75.84	7.47	168.50	1 042.77	188.74
总 量	0~80	7.43	152.24	41.85	736.88	3 289.08	684.32

3 结论

(1)木薯单作和间作处理的根系有 86.8% 和 91.1%分布在 0~40 cm 土层空间,间作在此空间的根系生物量比单作增加了 55.4%。

(2)间作的覆盖率比单作提高了 56.8%,表土流失量比单作低 4 倍。

(3)木薯与野花生间作是一种较好的栽培模式,间作比单作吸收的养分多、地上部生物量大。

(4)木薯间种野花生后,促进了木薯对钾素等养分的吸收,提高了各土层间有效养分的含量,增强了土壤供肥能力,减少了木薯单作对土壤有效养分的大量耗竭,提高了土壤的质量。

参考文献:

[1] Cock J H. Cassava: A basic energy source in the tropics[J]. Science,1982,218:755~762.

[2] Javier L M, Mabrouk A. Increasing crop productivity in cassava by fertilizing production of planting material[J]. Field Crops Research,1995, 44:151~157.

[3] Kerridge P C, Hardy B. Biology and agronomy of Forage Arachis

[M]. Colombia: CIAT Publication. 1994, (240):199~201.

[4] Doran J W, Coleman D C, Bezdicek D F. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment, SSSA Special Publication Number 35 Madison[J]. Soil Science Society of America Inc, 1994,3~23.

[5] Gajri P R, Arora V K, Kumar K. A procedure for determining average root length density in row crops by single-site augering[J]. Plant and Soil, 1994,160: 41~47.

[6] Vepraskas M J, Hoyt G D. Comparison of the trench-profile and core methods for evaluating root distribution in tillage studies[J]. Agronomy Journal, 1988, 80:166~172.

[7] Salinas J G, Garcia R. Methods quimicos para el analisis de suelos acidos y plantas forrajeras[M]. Cali, Colombia, CIAT Publication. 1985.139~148.

[8] 中国土壤学会农业化学专业委员会编. 土壤农业化学常规分析方法[M]. 北京:科学出版社,1983: 67~115.

[9] Rao I M, Borrero V, Garcia R, et al. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils I. differences in plant growth, nutrient acquisition and nutrient utilization among C₄ grasses and C₃ legumes[J]. Journal of Plant Nutrition, 1995, 18(10):2135~2155.

[10] 陆景陵. 植物营养学[M]. 北京:北京农业大学出版社,1994,98~114.

Effect of Cassava – *Arachis pentoi* Intercropping System on Root Space Variety and Soil Quality

QI Zhi-ping

(Tropical Field Crops and Animal Husbandry Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agriculture Science, Hainan 571737, China)

Abstract: Selecting cassava monocrop and cassava – *Arachis pentoi* intercrop systems from 9 different cultivation systems to study the properties of root space variety and soil quality change. The results indicated that there were 86.8% and 91.1% roots to distribute in the layer of 0~40 cm for the cassava monocrop and cassava intercrop systems, respectively. The root biomass of cassava intercrop was 55.4% greater than that of the cassava monocrop. The coverage of cassava intercrop had been increased by 56.8% and reduced soil loss 4 times than that of cassava monocrop. The cassava intercrop system was able to improve nutrient uptake by cassava, and get higher nutrient content in the aboveground plant. The cassava intercrop not only improved potassium acquisition by cassava, but also increased available nutrient in each layer and enhanced the capacity of soil nutrient supplying and soil quality.

Key words: cassava, *Arachis pentoi*, root distribution, soil quality

【责任编辑 李 玲】