

木薯块根的生物特性和种植环境对机械收获的影响

杨之曦 (广州市番禺区大石街农业技术服务中心, 广东广州 511430)

摘要 [目的]研究木薯块根的生物特性和种植环境,为开发轻简型、实用的木薯收获机提供基础数据,以解决丘陵地区木薯收获的技术难题。[方法]调研丘陵山地的木薯收获问题,测量木薯块根的最大入土深度、块根分布面积最大直径、块根长度、块根最大直径、单块薯质量、单株薯总质量、单株块根数量、丘陵山地道路和小田块的坡度。[结果]块根最大入土深度的平均值为200.0 mm,最大值为273.0 mm,块根分布面积最大直径的平均值为601.2 mm,最大值为812.0 mm,丘陵山地道路的坡度平均值为10.0°,小田块的坡度平均值为3.8°。根据木薯块根的生物特性提出人工动力轻简型拔起式木薯收获机的工作宽度、工作长度可设计为560.0~820.0 mm,拔起行程可设计为300.0~600.0 mm。田间试验结果表明,在丘陵山地小田块上使用的人工动力轻简型拔起式木薯收获机,重量小于25 kg的行走性能较好,重量大于25 kg的行走、移动操作比较困难。根据木薯块根的生物特性数据减小木薯收获机的工作宽度、工作长度,就能减小木薯收获机的总体尺寸,从而减轻重量,能够适应丘陵山地的行走和木薯收获。[结论]在不影响产量的前提下,把木薯种在垄中间,则大大有利于木薯收获机快速移动到木薯旁边,提高收获生产率。木薯收获机的重量和尺寸是影响丘陵山地木薯收获的重要因素。

关键词 木薯;生物特性;种植方式;木薯收获机重量;丘陵山地

中图分类号 S225 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)33-0213-05

Effects of Biological Characteristics and Planting Environment of Cassava Root Tubers on Mechanized Harvesting

YANG Zhi-xi (Agricultural Technology Service Center, Dashi Street, Panyu District, Guangzhou, Guangdong 511430)

Abstract [Objective] To study the biological characteristics and planting environment of cassava root tubers, and provide basic data for developing light-weight simply-equipped and practical cassava harvester so as to solve the technical problems about cassava harvesting in hilly areas. [Method] Investigate into the problems about cassava harvesting in hilly areas, measure the maximum in-soil depth of cassava root tubers, the maximum diameter of root-tuber distribution area, root tuber length, root tuber diameter, mass of a single piece of cassava, total mass of a single plant of cassava, number of root tubers of a single plant, and the slope of hilly-area roads and small field parcels. [Result] The mean value of the maximum in-soil depth of the root tuber is 200.0 mm and the maximum value is 273.0 mm; the average diameter of root tuber distribution area is 601.2 mm and the maximum value is 812.0 mm; the average value of slope of the hilly-area roads is 10.0° and the average slope of the small field parcel is 3.8°. According to the biological characteristic data of cassava root tubers, propose that the working width and working length of the manually-powered light-weight simply-equipped pull-up type cassava harvester can be designed to be 560.0~820.0 mm, and the pull-up stroke can be designed to be 300.0~600.0 mm. The results of field experiments show that the manually-powered light-weight simply-equipped pull-up type cassava harvesters weighing below 25 kg used on small field parcels in hilly area may walk better, while those weighing over 25 kg may walk and move poorly. According to the bio-characteristic data of cassava root tubers, the working width, working length and overall size of cassava harvester can be reduced, so that the weight can be reduced, and their walking and cassava harvesting performances can be adapted to the hilly areas. [Conclusion] If the cassava species are planted in the middle of the rows without affecting the yield, the cassava harvester can be quickly moved to the side of the cassava so as to improve the yield productivity. The weight and size of a cassava harvester are the important factors that affect the harvesting of cassava in hilly areas.

Key words Cassava; Biological characteristics; Planting pattern; Weight of cassava harvester; Hilly area

木薯是世界三大薯类作物(木薯、马铃薯、甘薯)之一,我国的木薯种植面积2015年已达到70万hm²,潜在种植面积为150万hm²,年产值将达500亿元^[1-7]。至今,国内的木薯收获主要采用传统的人畜作业方式,劳动强度大、收获成本高,在木薯生产过程中用工量最大,且在收获季节由于收获效率低、所耗时间长,导致木薯减产,严重阻碍了木薯种植业的发展,成为木薯种植业发展的“瓶颈”。木薯收获是我国木薯产业链中最薄弱的环节,在相当大程度上制约了木薯产业的发展,影响了农民的收入^[1,8,9-13]。目前,国内市场上尚未有成熟的、适应性强的、能够大规模推广应用的木薯收获技术和机械,特别是对于生长在丘陵坡地、小地块、道路环境恶劣等复杂环境中的木薯收获技术和机械的研究,基本上还是空白。现有的木薯收获机械对于土壤黏性大、套种其他农作物的农田以及雨季潮湿泥泞的农田,适应性不强,甚至不能

适应^[1,8]。

研究丘陵地区木薯收获技术,对在我国推广木薯种植、增加农民收入、实现木薯产业化发展、解决三农问题具有重要意义。中国热带农业科学院农业机械研究所的崔振德、黄晖、叶剑秋等指出:至今世界市场上也没有技术成熟并能适应土壤黏性较大及地块较小、地处丘陵山区等作业条件的木薯挖掘机^[12]。国外对木薯收获机械和收获技术的研究始于1932年^[4,13-14],至今,国外的木薯收获并未完全实现机械化作业,也不能完全适合我国的木薯收获,而国内的木薯收获技术和机械研究起步较迟,虽然近年来取得了很多研究成果,但其适应性、实用性还有待提高。国内外研制的木薯收获机械和开发的木薯收获技术,基本上是大中型或较大型的机械,适用于大型或较大的平地,不适用于丘陵山地,有关丘陵地区木薯收获技术的研究成果极少。

随着我国经济的快速发展,能源需求不断增长,木薯种植面积不断扩大,但木薯种植和收获器械的研究相对落后,尚处在起步阶段,市场上没有成熟的机型,难以满足产业发展的需要^[11,15]。因此,开发适合我国木薯种植实际情况的丘陵山地木薯收获技术和机械是亟需解决的重要课题。

作者简介 杨之曦(1988—),男,广东南海人,助理农艺师,硕士,从事园艺及农业技术研究。

鸣谢 该研究得到了中国热带农业科学院广州实验站站长覃新导研究员的指导与大力支持,并得到了中国热带农业科学院广州实验站陈秀龙、何时雨的大力帮助。

收稿日期 2017-08-11

笔者通过研究木薯块根的生物特性和种植环境,为开发轻简型、实用的木薯收获机械提供基础数据,为解决丘陵地区木薯收获的技术难题打下基础。通过调研和测定木薯种植方式、丘陵山地道路状况、木薯品种、块根长度、块根的最大直径、单块薯质量、单株薯总质量、块根最大入土深度、块根分布面积最大直径,分析其对木薯收获的影响,根据木薯块根的生物特性数据提出设计人工动力轻简型拔起式木薯收获机的工作宽度、工作长度、拔起行程的尺寸范围,并分析丘陵山地和道路状况对使用轻简型木薯收获机进行木薯收获的影响。

1 材料与方法

1.1 材料 供试原料为木薯品种华南 5 号;土壤为试验基地的红壤。

试验设备和工具:小型木薯收获机试验机,欧文五金机械有限公司制造;SF-400 电子秤,分度值 1 g,额定称量 5 kg,永康市鑫瑞拓家用衡器厂生产;150×0.02 mm II 型游标卡尺,游标精度 0.02 mm,哈尔滨量具刀具集团有限责任公司生产;JZC-B2 型多功能坡度测量仪,测量精度±1°,南方建筑仪器厂生产;TGT-500 机械磅秤,称量 500 kg,精度 0.2 kg,广州市准星衡器厂生产;钢尺、卷尺。

1.2 取样时间及测定的相应指标 试验于 2014 年 2 月 10 日~19 日在中国热带农业科学院广州实验站开平高新品种试验基地(广东省开平市百合镇)、国家木薯产业技术体系广州综合试验站进行。

木薯收获后,测量单块薯质量、单株薯总质量、单株块根数量,测定 5 株木薯,每个数据测量 1 次。

木薯收获后,测量木薯的块根长度、块根最大直径、块根最大入土深度、块根分布面积最大直径,测定 5 株木薯,每个数据测量 3 次,取其最大值作为测量数据。

测量丘陵山地道路、小田块的坡度,各测定 5 个地点,每个数据测量 1 次。

1.3 各指标的测定及试验方法

1.3.1 木薯种植环境的调研。使用钢尺、卷尺,对位于丘陵山区试验基地小田块的种植华南 5 号木薯的种植环境进行了调研,使用 JZC-B2 型多功能坡度测量仪,测量试验地的丘陵山地道路、山地小田块的坡度。

1.3.2 土壤类型的调研。试验基地土壤是红壤,土壤质地较为疏松,是适宜木薯生长发育的土壤。

1.3.3 木薯块根的测量。试验木薯品种华南 5 号是由 ZM8625 与华南 8013 的杂交后代选育而成,是目前我国推广面积最大的新品种之一^[16]。

生长特点:种茎耐贮存,发芽力强,出苗快,生长整齐;块根及茎叶产量高,块根可制淀粉或饲用,茎、叶可青贮饲用。植后 7~8 个月可收获,属早中熟品种。

适应性强,耐瘠耐肥,肥地更能充分发挥高产薯大的良种特性,耐旱,旱地出苗齐,且苗期生长快,能提早覆盖地表保湿;另外,它密节矮秆,主茎秆粗壮硬直,较抗风,适于沿海干旱和多台风地区栽培^[17-18]。

木薯收获后,用钢尺、卷尺测量木薯的块根长度、块根最大入土深度、块根分布面积最大直径,用游标卡尺测量木薯块根的最大直径,用 SF-400 电子秤称量单块薯质量、单株薯总质量。

2 结果与分析

2.1 种植方式对收获的影响 试验基地的木薯种植方式是垄作,种植时垄宽 120 cm,垄高 20 cm,垄间的沟宽 60 cm 左右,木薯种植在垄的两边近沟处(图 1),经过 9 个月生长期后,垄高为 8~15 cm;木薯种植株距 70 cm,行距 100 cm;扦插方式为斜插。



图 1 木薯在垄两边近沟处的种植状况

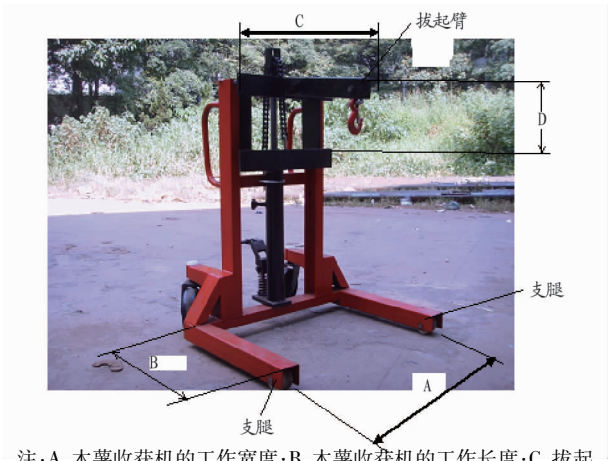
Fig.1 Planting status of cassava on both sides of a row near furrows

当小型木薯收获机移动到种植木薯处,因处于沟边,容易造成小型木薯收获机的不平衡、侧翻,影响收获。木薯收获时,收获机的一边轮子在垄边,另一边轮子在沟内,木薯收获机会呈倾斜状态,影响收获机的平衡和稳定。由此看出农机和农艺结合的重要性,在保证获得高产的前提下,木薯种植方式要结合木薯收获机的使用,使收获操作方便,最好种在垄中间,尽量不要种在沟边,这样木薯收获机的轮子能平稳着地,不倾斜,易于收获,且能大大节省木薯收获机移动接近木薯茎秆的时间,有效提高生产率和降低成本。

能否迅速容易地接近木薯植株,是衡量木薯收获机是否高效率、实用的重要指标之一,因此木薯收获机必须做得总体尺寸小、重量轻,且使农机和农艺结合才能达成。如果在不影响产量的前提下,把木薯种在垄中间,则大大有利于木薯收获机快速移动到木薯旁边,提高收获生产率,方便收获机械的操作。

2.2 木薯块根对收获的影响 华南 5 号木薯块根的测量数据如表 1 所示。从表 1 可以看出,单株块根数量平均值 6.2 个,最小值 3.0 个、最大值 8.0 个;单株薯总质量平均值 0.944 kg、最小值 0.611 kg、最大值 1.216 kg。

图 2 是试验用的人工动力轻简型拔起式小型木薯收获机。如图 2 所示,人工动力轻简型拔起式木薯收获机的工作宽度即两支腿之间的距离 A,工作长度即支腿的长度 B,拔木薯时,拔起臂从拔起开始到拔起结束所经过的距离称为拔起行程 D,此即将 1 株木薯拔起至离开土壤所经过的距离,此距离应大于木薯的最大入土深度,即木薯被拔起至离开土壤。



注:A. 木薯收获机的工作宽度;B. 木薯收获机的工作长度;C. 拔起臂的长度;D. 拔起行程

Note: "A" indicates the working width of the cassava harvester, "B" indicates the working length of the cassava harvester, "C" indicates the length of the pull-up arm, and "D" indicates the pull-up stroke

图 2 小型木薯收获机

Fig. 2 Small-sized Cassava Harvester

对于拔起式木薯收获机,工作宽度、工作长度有如下要求:①工作要求。应能适应向上拔起整株木薯而不会被收获

机卡住木薯块根。②设计方法。木薯收获机的工作宽度 $\geq$ 块根分布面积最大直径平均值,木薯收获机的工作长度 $\geq$ 块根分布面积最大直径平均值。从表 1 可以看出,块根分布面积最大直径平均值为 611.2 mm,最小值 501.0 mm,最大值 812.0 mm。根据实测数据,可设计木薯收获机的工作宽度、工作长度为 560~820 mm。木薯收获机的工作宽度、工作长度与总体尺寸、重量有关,减小工作宽度、工作长度,就能减小总体尺寸、减轻重量。

木薯收获机的拔起行程可选择为:拔起行程 $\geq$ 最大入土深度的平均值,或拔起行程 $\geq$ 最大入土深度的最大值。由表 1 可以看出,最大入土深度平均值 200.0 mm、最小值 117.0 mm、最大值 273.0 mm。

木薯收获机的拔起行程可设计为 300.0~600.0 mm,数值取大些是为了使木薯收获机的拔起行程有足够的宽裕,能适应大株的、块根最大入土深度很深的木薯,并能适应茎秆倾斜甚至近地面的木薯收获,这类木薯在收获时要把茎秆拉向竖直,因而需要一定的拔起行程。

木薯收获机的拔起行程与总体尺寸、重量有关,减小木薯收获机的拔起行程,就能减小总体尺寸、减轻重量,能够适应丘陵山地的行走,适应丘陵山地的木薯收获。

表 1 木薯块根测量数据

Table 1 Measurement Data Sheet of Cassava Root Tubers

位置点 Location point	单株块根数量 Number of root tubers of a single plant	单株薯总质量 Total mass of a single plant of cassava//kg	单块薯质量 Mass of a single piece of root tuber//g	块根长度 Root tuber length//mm	块根最大直径 Maximum diameter of root tuber//mm	最大入土深度 Maximum in-soil depth/mm	块根分布面积 最大直径 Maximum diameter of root tuber distribution area//mm
1	8	1.216	197	216	42	228	512
			276	282	44		
			142	189	44		
			161	252	25		
			22	49	27		
			87	182	34		
			253	268	45		
			78	198	32		
2	7	1.041	218	402	37	273	812
			53	154	26		
			30	93	27		
			159	219	35		
			45	198	24		
			372	346	48		
			164	272	36		
3	6	1.197	374	413	50	170	619
			176	220	45		
			269	262	49		
			98	219	36		
			59	132	35		
			221	262	45		
4	7	0.611	106	226	32	212	501
			141	259	34		
			137	258	31		
			28	118	21		
			21	112	21		
			62	203	27		
			116	329	278		
5	3	0.656	365	286	48	117	612
			90	135	36		
			201	264	38		
平均值 Average value	6.20	0.944				200.00	611.20
标准差 Standard deviation	1.72	0.261				53.00	111.68
最大值 Maximum value	8.00	1.216				273.00	812.00

2.3 丘陵山地和道路状况对收获的影响 丘陵山地道路和小田块的坡度测量数据如表 2 所示。从表 2 可以看出,山地小田块的坡度范围为 3.0°~5.0°,平均值为 3.8°。丘陵山地道路的坡度范围为 9.0°~12.0°,平均值 10.0°。丘陵山地和道路有坡度,农田、路面凹凸不平,有沟,杂草、灌木、石块较多,特别是对于有石块、砖头和泥泞的农田、道路,或无机耕道路的,木薯收获机行走困难,木薯收获机一定要重量轻和轮子转向灵活,才能适应在这种地面行走。我国木薯种植地块主要集中在南方,多在贫穷落后的山区种植,劳动力因外出打工多而紧缺,青壮年劳动力少,妇女和中老年劳动者多,木薯收获机的重量要很轻才能受农民欢迎。

表 2 丘陵山地道路和小田块的坡度测量数据
Table 2 Data Sheet for Slope Measurement of the Slope of Hilly – area Roads and Small Field Parcels

位置点 Location point	丘陵山地道路坡度 Slope of hilly-area road //°	丘陵山地小田块坡度 Slope of hilly-area small field parcel //°
1	9.0	3.0
2	11.0	5.0
3	10.0	4.0
4	8.0	3.0
5	12.0	4.0
平均值 Average value	10.0	3.8

由于有垄和沟,地面凹凸不平,木薯收获机械较难行走,并难以接近木薯植株,即使能接近木薯植株,木薯收获机也多呈倾斜状态,增加了收获的难度并影响了生产率。杂草丛生的种植环境,会影响木薯收获机的移动以及移动速度,从而影响木薯收获机接近木薯,给木薯收获带来了困难。

试验结果表明,在丘陵山地的小田块上使用的木薯收获机,最好重量小于 25 kg,越轻量越好,重量大于 25 kg 的,行走、移动操作就比较困难。

3 结论与讨论

3.1 结论 该试验通过对丘陵山地木薯的生物特性和生长环境进行了调研和测定,包括种植方式、生长状态、道路状况的调研,块根的测量和分析。

块根最大入土深度的平均值为 200.0 mm,最大值为 273.0 mm;块根分布面积最大直径的平均值为 611.2 mm,最大值为 812.0 mm。

对于拔起式木薯收获机的工作宽度、工作长度、拔起行程,有如下要求:①木薯收获机的工作宽度和工作长度。工作要求为应能适应向上拔起整株木薯而不会被木薯收获机卡住木薯块根。设计方法为木薯收获机的工作宽度≥块根分布面积最大直径平均值,木薯收获机的工作长度≥块根分布面积最大直径平均值。根据实测数据,可设计木薯收获机的工作宽度、总工作长度为 560~820 mm。拔起式木薯收获机的拔起行程。工作要求应能拔起整株木薯至块根离开土壤。设计方法:拔起行程≥最大入土深度的平均值,或拔起行程≥最大入土深度的最大值。实测块根最大入土深度平均值 200.0 mm,最大值 273.0 mm。

木薯收获机的拔起行程可设计为 300.0~600.0 mm,数值取大些是为了使木薯收获机的拔起行程有足够的宽裕,能适应大株的、块根最大入土深度很深的木薯,并能适应茎秆倾斜甚至近地面的木薯收获,这类木薯在收获时要把茎秆拉向竖直,因而需要一定的拔起行程。

木薯收获机的工作宽度、工作长度、拔起行程与总体尺寸、重量有关,减小木薯收获机的工作宽度、工作长度、拔起行程,就能减小木薯收获机的尺寸、减轻重量,只有减轻重量才能够适应丘陵山地的行走和木薯收获。

在丘陵山地的小田块上使用的人工动力轻简型木薯收获机,重量小于 25 kg,移动性能和操作性能良好;重量大于 25 kg 的,移动和操作比较困难。

通过木薯收获试验,发现能否迅速容易地移动接近木薯植株,是衡量木薯收获机是否实用的重要指标之一,减小木薯收获机的总体尺寸、重量,使农机和农艺结合,在不影响产量的前提下,把木薯种在垄中间,会大大有利于木薯收获机械的操作和提高收获的生产率。木薯收获机的重量和尺寸是影响丘陵山地木薯收获操作的重要因素。

测定结果为开发更小型、更轻、适应性更强、更实用和有市场推广价值的木薯收获机械,解决丘陵地区木薯收获的难题提供了重要的基础数据。

3.2 讨论 要开发适合丘陵山地的木薯收获机械,了解木薯生物学特性以及木薯生长环境对收获的影响很重要^[19~20]。木薯块根肉质松脆,收获时很容易破损和折断,对于黏性土壤和干硬地块,要求的拔起力大,更容易破损和折断^[1]。木薯块根入土深,块根向不同方向延伸,同时大小、长度不一^[1,9,19],无规律等,都会影响其收获。测量块根的生长数据,研究块根的空间分布,对木薯收获机械的收获方式、机械结构、强度、零部件尺寸设计尤为重要^[21]。种植农艺复杂多样造成木薯收获机具难适配,木薯有垄作、平作、平放种植、斜插种植、竖立种植,尤其在丘陵地区,由于各种植区的垄形、垄距差距较大,造成牵引机及收获机的轮距难以匹配,致使木薯机械化收获难度加大^[22]。

丘陵山地的地形复杂、坡地、道路不平、无机耕道、沟垄起伏不平、土地零散面积小、梯田,木薯收获机难以在地头转向;木薯收获机还要适应土壤干旱板结、黏性土壤、土壤潮湿泥泞、杂草丛生的环境;要适应复杂多样的种植农艺、农艺不规范、株行距不一、垄形垄距不一、间种套种、管理较混乱的木薯种植。

减小木薯收获机的重量,可根据木薯的生物特性,在不影响收获的前提下,尽量减小木薯收获机的尺寸,还可以通过选用强度高、工艺性能好的材料,设计新型的木薯收获机,把重量减轻到 25 kg 以下,能有效提高生产效率和降低成本,适应丘陵山地的行走和木薯收获。只有结构简单、重量很轻的木薯收获机,才能快速地在山地移动,灵活地适应恶劣的地形环境、种植环境、复杂多变的农艺和生长状态,将其应用于丘陵山地的木薯收获,才能提高木薯收获生产率和大幅度降低成本。

木薯收获田间试验表明:木薯收获机的重量和尺寸对山地移动速度、木薯收获生产率、成本和经济效益有非常显著的影响。

参考文献

- [1] 黄晖,崔振德,张园,等. 木薯收获机械研究进展与分析[J]. 中国热带农业,2012(6):20-22.
- [2] 廖宇兰,孙佑攀,林大春,等. 木薯收获机械研究进展[J]. 热带农业工程,2009,33(1):54-56,60.
- [3] 陈炎杰,廖宇兰,刘世豪,等. 木薯形态及其收获起拔力分析[J]. 农机化研究,2017,39(8):195-198.
- [4] 杨望. 基于粘土的木薯块根仿生拔起机构基础理论研究[D]. 南宁:广西大学,2012.
- [5] HOWELER R. Cassava in asia: Trends in cassava production, processing and marketing[C]//Workshop on partnership in modern science to develop a strong cassava commercial sector in Africa and appropriate varieties by 2020. Bellagio, Italy: [s. n.], 2006.
- [6] ADENIYI O D, KOVO A S, ABDULKAREEM A S, et al. Ethanol fuel production from cassava as a substitute for gasoline[J]. Journal of dispersion science and technology, 2007, 28(4): 501-504.
- [7] DAI D, HU Z Y, PU G Q, et al. Energy efficiency and potentials of cassava fuel ethanol in Guangxi region of China[J]. Energy conversion and management, 2006, 47(13/14): 1686-1699.
- [8] 蒋志国. 木薯收获机挖掘部件的研究设计[D]. 湛江: 广东海洋大学, 2010.
- [9] 蒋志国, 黄晖, 李明, 等. 我国研发木薯收获机械的必要性[J]. 中国热

带农业,2008(6):34-35.

- [10] 薛志, 黄晖, 李明, 等. 4UMS-390II型木薯收获机的研制[J]. 农机化研究, 2010, 32(8): 79-81, 83.
- [11] 陈阳, 张燕. 木薯收获机械的研究现状及展望[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(14): 8391-8393, 8398.
- [12] 崔振德, 黄晖, 叶剑秋, 等. 轻便型木薯采挖机: 201220533382. 0[P]. 2013-04-10.
- [13] 杨望, 杨坚, 郑晓婷, 等. 木薯块根收获机械与技术研究现状与发展趋势[J]. 农机化研究, 2012, 34(12): 230-235.
- [14] KOLAWOLE P O, AGBETOYE L, OGUNLOWO S A. Sustaining world food Security with improved cassava processing technology: The Nigeria experience[J]. Sustainability, 2010, 2: 3681-3694.
- [15] 梁海波, 魏云霞, 黄洁, 等. 世界木薯生产对中国的启示[J]. 中国农学通报, 2016, 32(9): 94-99.
- [16] 黄洁, 李开绵, 叶剑秋, 等. 木薯新品种介绍[J]. 广西热带农业, 2005(5): 22-23.
- [17] 韦本辉. 中国木薯栽培技术与产业发展[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 35-39.
- [18] 陈冠喜, 李开绵, 叶剑秋, 等. 6个木薯品种生长发育及产量性状的初步研究[J]. 热带农业科学, 2009, 29(6): 26-29.
- [23] 陈丹萍, 廖宇兰, 王涛, 等. 影响木薯机械化收获的生物环境特性[J]. 农机化研究, 2012, 34(6): 55-58.
- [24] 陈丹萍. 挖掘式木薯收获机挖掘部件研究[D]. 海口: 海南大学, 2012.
- [25] 李整民. 木薯收获技术的进展[J]. 热带作物机械化, 1993(3): 48-51.
- [26] 宋付平, 黎明, 覃新导. 广东省发展机械化收获木薯的难度及策略[J]. 南方农业, 2014, 8(33): 164-166.

(上接第212页)

响,让人民群众认识到保护耕地就是保护我们的生命线,是对切身利益的保护,增强群众耕地保护意识。

3.2 落实完善耕地保护各种制度措施 严控农用地转为建设用地,以土地用途管制为核心,强化农用地利用的宏观管理。相关法律法规的制定从以下方面着手:耕地保护法律责任制度、耕地保护目标责任制度、建设占用耕地补偿制度、耕地总量动态平衡制度、基本农田保护区制度、生态环境保护目标责任制度、保护区动态监测上报制度、保护区的档案制度、保护区的定期检查制度、基本农田质量保护制度、土地整理复垦开发制度、农用地转用审批制度、土地税费制度、土地用途管制制度、农民权益保护条例、耕地保护的评价体系等。

3.3 加强动态监测和执法管理水平 近年来航测、遥感技术更加趋于成熟,土地信息的获取、存储、更新、分析更加便捷。咸阳市各级土地资源管理部门,应依靠先进技术逐步建立基本农田动态监测网,有效监督辖区内基本农田的面积、利用条件动态变化情况,要加大执法监察力度,严肃查处土地违法行为。

3.4 积极探索建立耕地保护新机制 咸阳市在面临新一轮经济发展机遇的同时,也面临了一次艰巨的耕地保护挑战,只有咸阳市各级政府高度重视,积极承担相应的责任与义务,同时要尽快探索建立耕地保护激励机制和长效制度,充分调动广大群众参与保护耕地的积极性和主动性,耕地保护

才能落到实处。

4 结论

咸阳市人口在增加、经济要发展,而耕地却正在减少。为确保咸阳市在工业化、城镇化过程中的经济快速发展,并且在确保咸阳市的粮食、社会、经济安全的前提下,完成咸阳市的耕地保护目标,使咸阳市经济发展与保护耕地相协调,需要咸阳市政府、各企事业单位和广大人民群众的共同努力。咸阳市在面临新一轮经济发展机遇的同时,也面临了一次艰巨的耕地保护挑战。只有咸阳市各级政府及广大群众积极参与进来,并承担相应的责任与义务,形成“党委领导、政府负责、部门协同、公众参与、上下联动”的局面,耕地保护才能落到实处,真正做到咸阳市经济发展与耕地保护和谐共进。

参考文献

- [1] 咸阳市统计局. 咸阳统计年鉴[Z]. 2006-2016.
- [2] 陕西省国土资源厅. 陕西省土地利用现状数据集[Z]. 2006-2016.
- [3] 徐永霞, 刘燕萍. 对耕地保护区规划工作中耕地供求量预测方法的探讨[J]. 宁夏科技, 2003(6): 8.
- [4] 彭媛媛. 基于粮食综合生产能力的河北省耕地资源保护研究[J]. 经济, 2016(12): 67-68.
- [5] 代富强, 李新运. 济南市耕地变化与社会经济的相关分析[J]. 资源开发与市场, 2005, 21(4): 320-322.
- [6] 尹风雨, 龚波. 中国粮食自给率现状及测算方法改进研究[J]. 湖南科技大学学报(社会科学版), 2017, 20(2): 122-127.
- [7] 杨勇, 任志远. 咸阳市耕地变化特征及对粮食安全的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(6): 19-23.