

附件

2021 年度十项适用农机化技术推荐书

推荐单位	北京市农业机械试验鉴定推广站		
联系人	张莉	办公电话	01059198687
手机号码	13811695200	电子邮箱	z159198677@163.com
名称	甘薯（不覆膜）全程机械化技术		
概述	<p>一、适用区域 适用于北方甘薯裸苗移栽垄作地区。</p> <p>二、技术模式</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; text-align: center;"><p>可配套北斗导航无人驾驶技术</p><pre>graph LR; A[机械化旋耕起垄 铺滴灌带作业] --> B[人工 移栽]; B --> C[机械化 中耕]; C --> D[机械化 杀秧]; D --> E[机械化 收获]; F[机械化 旋耕] --> G[机械化起垄移栽 铺滴灌带复式作业]; G --> B;</pre></div>		
	<p style="text-align: center;">图 1 技术路线图</p> <p>1. 优质高产甘薯品种选择。应选用后期结薯集中、薯块整齐，薯皮偏厚的品种。用于机械化移栽的薯苗要直，茎蔓长度在 20-30cm，萌芽性较好，分枝数 5-6 个，茎蔓中等粗。</p> <p>2. 北斗自动导航驾驶技术。各环节选择配备北斗自动驾驶设备的拖拉机作业，可提升土地利用率 5%以上，有效防止人工驾驶拖拉机不同时期进地压伤甘薯的问题。</p>		



图2 北斗自动驾驶技术

3. 旋耕起垄铺滴灌带技术。一次性完成旋耕、起垄、铺滴灌带等多环节作业，配套 754 拖拉机，可用于大面积平整地块甘薯起垄作业。



图3 机械化旋耕起垄铺滴灌带技术

4. 机械化移栽技术。选配 1204 拖拉机且带爬行挡，行走速度每小时 300-600 米，能够满足摆苗工从新手到熟练工不同摆苗速度的要求，防止出现摆苗速度跟不上导致的漏栽、晾苗问题；采用链夹式移栽机，移栽过程中把薯苗放到栽植器的

橡胶夹板中，薯苗尾部大约伸出橡胶夹板 12cm 左右。



图 4 机械化移栽技术

5. 机械化中耕技术。单垄、双垄分别配套 304、754 拖拉机，前后轮距均调整至 90cm/180cm，采用悬挂式作业，跨 1 垄或 2 垄作业，一次作业可对 1 个/2 个整垄和两侧各半个垄进行作业。



图 5 机械化中耕技术

6. 机械化杀秧技术。选取双轴带挑秧叉杀秧机，单垄、双垄分别配套 304、754 拖拉机，前后轮距均调整至 90cm/180cm。

在工作过程中前轴的挑秧叉将垄沟内的秧蔓挑起，向后输送给旋转刀轴，旋转刀轴将其粉碎，可将垄沟、垄侧秧蔓全部粉碎。



图6 机械杀秧栽技术

7. 机械化收获技术。单垄、双垄分别配套 304、1204 拖拉机，前后轮距均调整至 90cm/180cm。在完熟初期收获，枯霜前收刨完毕。在土壤含水量低于 20%条件下进行作业，挖土深度调整在垄沟以下 10cm，机器启动后挖掘铲入土将甘薯带土壤挖出，随着传送机构，将土壤和甘薯带到滚动分离筛上进行分筛。



图 7 机械化收获技术

三、解决的主要农业生产问题

针对多个环节缺少配套专用机具、作业质量不高等问题，根据不同移栽、灌溉方式探索形成甘薯全程机械化技术路线，完成机具配套方案，研究形成甘薯不覆膜种植全程机械化技术体系。通过改进起垄移栽机及配套滴灌，解决了甘薯机械化移栽缓苗水供应不到位、移栽时链夹混合泥土夹苗以及漏栽率高的问题；通过配套中耕除草机，实现了机械除草代替药物除草；通过机械杀秧、收获，降低成本及破损率，提高甘薯的收获质量。

四、推广情况、应用规模及经济社会效益

各环节作业效率较人工作业平均提高 17 倍以上，亩用工量减少近 10 个，节省人工达 95%，亩均作业成本减少 940 元以上，节本增效效果明显。通过重点扶植农机合作社开展甘薯专业农机社会化服务，开展技术示范。近几年，在密云、延庆、房山等区开展示范推广，各环节机械化作业示范面积累计 3.4 万亩，节本 833.6 万元以上。

证
明
材
料
清
单

1. 特征照片
2. 技术模式流程图
3. 技术报告：甘薯全程机械化轻简关键技术研究与应用
4. 发表文章：
 - (1) 张莉,熊波,高娇,李传友,闫子双.北京市甘薯机械化生产现状及发展建议[J].农业工程,2013,3(S2):6-9.
 - (2) 高娇,张莉,李小龙,李治国,李传友,滕飞.甘薯机械化割蔓对比试验[J].农业工程,2015,5(S2):9-11.
 - (3) 高娇,张莉,李小龙,熊波,蒋彬,李传友.甘薯起垄机适应性试验与分析[J].农业工程,2014,4(S2):4-5+8.
 - (4) 李震,熊波,张莉,窦硕,李传友,滕飞,王项羽,王虹.甘薯收获机对比试验[J].农业工程,2016,6(S2):15-17.
 - (5) 滕飞,张莉,熊波,高娇,窦硕,李震,王项羽,李传友.甘薯移栽机适应性试验[J].农业工程,2016,6(S2):13-14+29.

声明：本单位保证推荐材料真实有效，不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。

推荐单位（盖章）

年 月 日

甘薯全程机械化轻简关键技术研究与应用

针对京郊以往在甘薯生产的多个环节中，无高效适用机具的问题，以“提高劳动生产率”为目标，围绕“起垄、移栽、杀秧、收获”等关键环节，积极探索甘薯机械化生产技术，一是完成了甘薯关键作业环节的机具引进与改造，包括甘薯起垄机、移栽机、杀秧机、收获机等，填补了京郊甘薯专用机械的空白，各环节作业效率平均提高 17 倍以上，尤其是杀秧及收获作业，作业效率较 2014 年分别至少提升了 50 倍、62 倍；二是明确了甘薯全程机械化技术路线，开展了甘薯全程机械化轻简化技术集成示范推广，示范区内亩用工量较 2014 年合计减少了近 9 个，节省人工达 94.6%，亩均作业成本至少减少了 800 元，节本增效效果明显。

一、关键作业环节机具引进与改造

(一) 甘薯起垄机选型及改进

1. 开展了甘薯旋耕起垄机的选型试验。试验表明，1GQL-2 型甘薯起垄机作业性能最好，其各项技术指标均达到设计值，垄高及垄距均能符合当地生产农艺要求，且垄形一致性达到北京市起垄作业质量要求。1GQL-2 旋耕起垄机为双行起垄机，适用于大面积平整地块、或缓坡地块的砂土、砂壤土、壤土、轻质粘土的甘薯起垄作业。其配套动力为 50 马力以上大型拖拉机，采用后悬挂式牵引，动力由拖拉机后动力输出轴输出，可实现一次两垄作业，具有旋耕、起垄、镇压整形等功能。当拖拉机作业档位为慢 4，1GQL-2 甘薯旋耕起垄机作业效率为 8-9 亩/小时，设计垄形尺寸为垄距 800-1000mm，起垄高度为 250mm 以上，垄顶宽 260mm 以上，垄角为 45°，可用于大面积平整地块甘薯起垄作业。

表 1 甘薯起垄机性能指标汇总表

机型	垄高 (mm)	上底宽度 (mm)	下底宽度 (mm)	垄形一致 性%	垄距 (mm)	垄距均匀 性%
密云	251	180	601	77	913	10.2
1GQL-2	268	265	800	97	998	47.8
1GKN-2	246	176	913	75	1039	28.3
农艺要求	250	-	-	-	800/900	-

2. 开展了甘薯旋耕起垄机的改进试验。为应对移栽后的缓苗及后期生长灌溉需求，滴灌带在京郊甘薯种植中逐渐应用，为配合农艺工序及要求，减少人工铺滴灌带的作业成本，减轻作业强度，特在前期筛选得出的 1GQL-2 甘薯起垄机上做出以下改进：

一是滴灌带卷盘固定轴及制动装置设计。按照滴灌带的卷盘尺寸制作固定轴，两端采取轴承设计，保证了轴的转动顺畅。但是造成拖拉机停车时滴灌带卷盘由于惯性还在自转，会放松滴灌卷上的滴灌带，再次作业时会造成滴灌带打结。后又设计加装了平板带制动装置。通过调整达到滴灌带卷盘转动既顺畅停车后又不自转的目的。二是滴灌带导向装置设计。最初设计方案是导向扁孔，由于滴灌带铺设要求出水孔在上端，出水孔加厚部位在通过导向孔时会出现卡顿。随后设计第二方案，用一组导向轮代替导向孔，解决了上述问题。三是覆土装置设计。为防止滴灌带铺设后被风刮走，栽培和水肥一体化岗位专家要求在滴灌带铺设后，上部进行覆土。最初设计方案是在下方导向轮前方添加覆土板，但是覆土效果不佳。第二方案将导向轮改为位置及入土角度均能调整，并增加中央支撑轮及导向圈，以解决滴灌带在进入中央导向轮时角度过大造成脱轮。最终设计方案能调整滴灌带上方覆土厚度，最深能埋到 10 厘米深的土中。

改进后的 1GQL-2 型甘薯起垄机能够一次性完成旋耕、起垄、铺滴灌带等多环节作业。同时当其配套应用北斗导航仪无人驾驶的拖拉机作业时，不仅作业质量大幅度提升，垄型一致性、垄距均匀性均为 100%，较人工驾驶分别提高 3%、50%，土地利用率也可提高 6.0%；而且有利于后续种植过程中，各环节的机械化作业，能够有效防止人工驾驶拖拉机不同时期进地压伤甘薯的问题。

（二）甘薯移栽机选型及改进

1. 引进 2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业机。为明确引进的甘薯移栽机在京郊的适应性及对人工作业的可替代性，开展甘薯移栽机的适应性试验。试验表明，当配套的约翰迪尔 1204 拖拉机使用爬行档位时，即作业速度为 798m/h 的情况下，移栽机作业效率为 1.5 亩/小时，栽植频率为 60.4 株/（min. 行），达到标准要求；反映作业质量的几个主要指标，如埋苗率、伤苗率、漏栽率分别为 0.7%、0.9%、4.8%，均达到标准要求；株距变异系数为 8%，栽植深度合格率为 95%，均达到标准要求。薯苗移栽基本可实现船底型，符合京郊薯苗移栽农艺要求。由此

可见，引进 2CGF-2 型甘薯移栽的既可以解决人工移栽作业强度大，作业效率低的问题，起垄、移栽、灌溉复式作业又可减少机具进地次数，有效提高生产效率。

表 2 2CGF-2 型甘薯移栽机的性能测试结果

项目名称	实测值	标准
作业效率 (亩/h)	1.5	--
作业速度 (m/h)	798.3	--
栽植频率, 株/ (min. 行)	60.4	≥35
埋苗率, %	0.7	≤4
伤苗率, %	0.9	≤3
漏栽率, %	4.8	≤5
成活率, %	100	--
株距变异系数, %	8	≤20
栽植深度合格率, %	95	≥75

2. 改进 2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业机。在后期实际生产作业中，陆续发现引进的 2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业机在以下三方面以下问题：**一是**此款移栽机为背负式，且为适应北方地区生产增加了水罐，故需配套较大功率的拖拉机；而当配套动力选择常见的迪尔 1204 拖拉机时，拖拉机的最低行走速度相对 4 位摆苗工的摆苗速度，仍然较快，会出现人工摆苗跟不上链夹转动的情况，同时同一行的 2 个摆苗工配合度及操作熟练度尚需提高，导致薯苗漏栽时常发生。**二是**由于该移栽机作业顺序为先浇水后移栽，容易导致沾满黏土的链夹在移栽作业时将原本到位的薯苗粘带出土壤，影响作业效果。**三是**背负的水罐容量有限，而移栽机灌水形式又为连续性、灌水量较大，如遇到较长的地块，会出现水罐水量不足的情况，即未到地头但水已用完，仅能在一定程度上解决土壤的墒情问题。

为解决以上问题，对改进 2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业机进行改进，将移栽机原有的水罐去掉，加装铺滴灌带装置，滴灌带深度控制在薯苗下方 3-5 厘米或者薯苗侧方 2-3 厘米。这样，不仅可以解决链夹黏土往外带苗的问题；而且较原有的水罐灌溉，滴灌灌溉方式可以有效解决薯苗移栽后的缓苗及土壤墒情问题。

同时，从配套动力、薯苗规格以及作业人员等方面入手，对甘薯机械化移栽进行优化：**一是薯苗的选择**，用移栽机移栽薯苗的要挺直，薯苗长度要在 20-30cm 左右，在移栽 2-3 天前对薯苗进行去根和杀毒浸液处理；**二是动力选配**，采用雷沃阿波斯 1204-1k 多档位拖拉机作为配套动力，移栽时拖拉机行走速度可降至 300-600 米，且行走平稳，可满足不同熟练度摆苗工的摆苗频率，将机械起垄移栽与节水灌溉有效结合；**三是摆苗工培训**，在墒情适合的情况下，移栽深度应控制在 9 厘米，需要摆苗工将树苗根部控制在夹板下方 12 厘米左右。

经过田间测试，改进后的 2CGF-2 型甘薯移栽机，船底型移栽比例达 95%以上、成活率 100%，埋苗率和伤苗率均为 0，漏栽率 1.1%，移栽质量好，缓苗后成活率高，各项指标均能够满足要求规定，符合京郊薯苗移栽农艺要求，甘薯机械化移栽劳动生产率较大幅度提高，且生产作业成本较低，可以在实际生产中用于替代人工移栽苗。

表 3 改进后的 2CGF-2 型移栽机性能测试结果

名称	实测值	标准
作业效率 (亩/h)	1.5	--
作业速度 (m/h)	555.5	--
栽植频率, 株/ (min. 行)	46.1	≥35
埋苗率, %	0	≤4
伤苗率, %	0	≤3
漏栽率, %	1.1	≤5
成活率, %	100	--
株距变异系数, %	1.2	≤20
栽植深度合格率, %	95.0	≥75
移栽后船底型率, %	95.0	--

将改进后的 2CGF-2 型甘薯移栽机应用于实际生产中后，对其作业成本与生产效率进行测算核实。经测算，应用 2CGF-2 型甘薯起垄移栽机的作业效率（单人）是人工移栽的 5 倍以上，但作业成本仅为人工移栽的一半。

表 4 甘薯移栽机生产效率与作业成本分析

机具型号	生产效率	作业成本 (元/亩)
------	------	------------

	(亩/h)	机具折旧	油耗	人工	合计
人工移栽	0.06	0	0	300.0	300.0
2CGF-2 型甘薯起垄移栽机	1.50	46.1	11.6	87.5	145.2

(三) 甘薯杀秧机选型

根据京郊 80cm-90cm 种植模式, 引进 4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机、1JH-170 型双行甘薯秧蔓粉碎还田机、1SJM-900 型单行甘薯秧蔓粉碎还田机三种机型, 并开展选型试验。试验表明, 4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机和 1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉碎机作业质量符合标准要求, 由于 4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机带挑秧叉, 可将垄沟内的秧蔓挑起切碎, 漏切率为 0; 1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉碎机秧蔓粉碎机构仿形设计, 可根据垄型进行杀秧, 漏切率为 0。1SJM-900 型单行甘薯秧蔓粉碎机作业质量均达不到标准要求, 漏切率为 20%, 作业质量最差。

表 5 甘薯杀秧机性能测试结果

机具型号	作业档位	秸秆粉碎合格率/%	漏切率/%	留茬高度/cm
标准	—	≥90	—	≤10
4U-S980 型	慢 2-慢 3	90	0	5.2
1SJM-900 型	慢 2-慢 3	80.2	20%	23.7
1JH-1700 型	慢 3	91	0	5.4

由表中数据可得, 三种秧蔓粉碎机作业效率均远高于人工杀秧作业效率, 作业成本方面, 4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机作业成本最低, 较人工作业亩节约成本 180.2 元。1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉碎机作业效率最高, 是人工作业效率的 90 倍, 亩成本为 24.9 元, 较人工作业亩节约成本 175.15 元。1SJM-800/900 型单行甘薯秧蔓粉碎机为三种机具中作业成本最高。

表 6 甘薯杀秧机生产效率与作业成本分析

机具型号	生产效率/ (亩/h)	作业成本/元/亩					合计
		机具折旧	刀片磨损	油耗	人工	其他	
人工对比	0.064	0	0	0	200	0	200
4U-S980 型	2.8-4.0	2.6	4.4	2.1	5.7	5	19.8
1SJM-900 型	3.2-4.0	4.7	9.6	2.8	5.5	5	27.6
1JH-1700 型	5.8-7.5	2.7	9	4.9	3.3	5	24.9

综合来看, 4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机和 1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉

碎机作业质量均达到标准要求，4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机作业成本最低，1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉碎机作业效率最高，适宜在京郊地区应用。

（四）甘薯收获机选型

针对京郊甘薯收获环节缺少适宜机具，人工收获劳动强度大，作业效率低等问题，先后引进了 4 台甘薯收获机，分别为 4U-190 双行甘薯收获机、4U-80 型单行甘薯收获机、4UF-900 型单行甘薯收获机，4UG-190 型双行甘薯收获机。4 台甘薯收获机均适宜在土壤含水量低于 20%条件下作业，双行甘薯收获机的配套动力为 75 马力以上拖拉机，单行甘薯收获机配套动力为 30 马力以上拖拉机，传动方式为万向节传动，标准三点悬挂；4U-190 双行甘薯收获机工作幅宽为 180cm，4U-90 型单行甘薯收获机工作幅宽为 80cm，4UF-900 型单行甘薯收获机作业幅宽为 90cm，挖土深度可根据需要调整。根据京郊 80cm-90cm 种植模式，对较早引进的 3 台甘薯收获机开展选型试验，经过多次试验，现将测试结果汇总如下。

表 7 甘薯收获机测试结果汇总

处理	明薯率%	漏挖率%	埋薯率%	伤薯率%	纯工作小时生产率 (亩/小时)
标准(马铃薯)	≥95	-	-	≤5	-
人工	97	3	0	13	0.05
4U-80 型单行	95	0	5	5	2.9
4UF-900 型单行	98	0	2	5	3.4
4U-190 型双行	86	0	14	10	7.9

表 8 甘薯收获机作业效率与作业成本

处理	生产效率 /亩 /h	作业成本/(元/亩)				
		机具折旧	油耗	人工	其他	合计
人工对比	0.05	0	0	400	0	400
4U-80 型	2.9	6.7	2.8	10	10	29.5

通过表 6、表 7 可以看出，两台单行甘薯收获机的明薯率、伤薯率等指标均能满足标准要求，并符合当地生产农艺要求。同时，使用收获机生产效率是人工作业的 58-68 倍，但是作业成本较人工作业降低了 370.5 元，实现甘薯收获环节机械化作业后，显著提高劳动生产率，降低甘薯种植成本，提高农民收入。

二、甘薯全程机械化轻简化技术集成示范推广效果

(一) 形成甘薯全程机械化技术路线

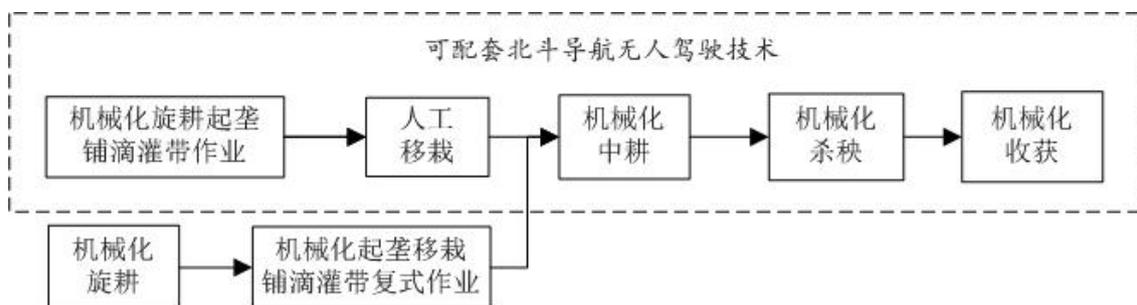


图1 甘薯（不覆膜）全程机械化技术路线

(二) 完成甘薯全程机械化机具配套

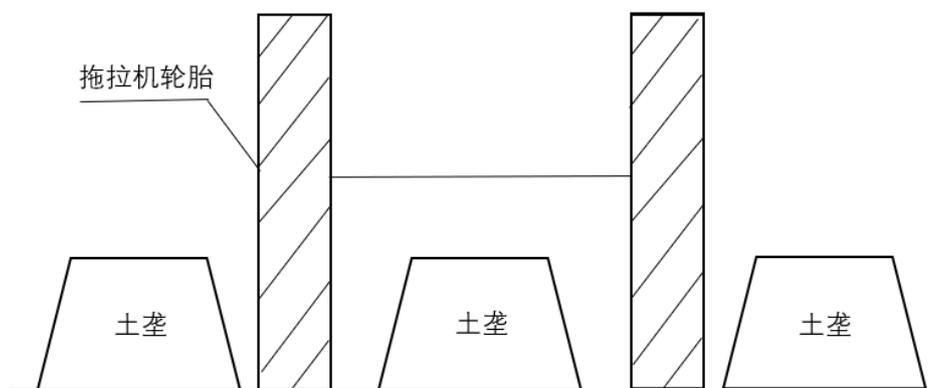


图2 机具作业示意图

由于京郊的甘薯种植垄距大多采用 80~90cm，因此在进行甘薯生产机具配套时，不仅需要考量机具的性能，更需要考察机具的作业幅宽、配套动力的轮距是否适宜京郊甘薯种植的垄距，如上图中所示：当农机进行作业时，拖拉机的轮胎及机具的行走轮应在垄沟中行进，不能对邻接行的土垄及甘薯造成影响。根据这样的选配前提，完成了甘薯生产各环节的机具配套。

表9 甘薯全程机械化机具配套表

环节	机具名称及型号	配套动力及型号 (马力)	作业轮距 (cm)
旋耕	1GQL-2 型甘薯旋耕起垄机	约翰迪尔 1204	-
起垄	2CGF-2 型甘薯起垄移栽机	阿波斯 1204	220
移栽	-	-	-
中耕	甘薯中耕机	约翰迪尔 754	180

杀秧	4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机		
	1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉碎机		
收获	4U-80 型单行甘薯收获机	黄海金马 404	160
	4UF-900 型单行甘薯收获机		
	4UG-190 型双行甘薯收获机	约翰迪尔 1204	180

1GQL-2 型甘薯起垄机能够一次性完成旋耕、起垄、铺滴灌带等多环节作业，其配套动力为 50 马力以上大型拖拉机，采用后悬挂式牵引，动力由拖拉机后动力输出轴输出，可实现一次两垄作业。当拖拉机作业档位为慢 4，1GQL-2 甘薯旋耕起垄机作业效率为 8-9 亩/小时，设计垄形尺寸为垄距 800-1000mm，起垄高度为 250mm 以上，垄顶宽 260mm 以上，垄角为 45°，可用于大面积平整地块甘薯起垄作业。

2CGF-2 型甘薯移栽机能够一次性完成起垄、移栽、铺滴灌带等多环节作业，其配套动力为 50 马力以上大型拖拉机，采用后悬挂式牵引，动力由拖拉机后动力输出轴输出，可实现一次两垄作业。船底型移栽比例达 95%以上、成活率近 100%，埋苗率、伤苗率为 0，漏载率 1.1%，移栽质量良好，活苗率高，各项指标均能够满足要求规定，符合京郊薯苗移栽农艺要求。

甘薯中耕机可一次性实现垄沟除草、覆土等作业，采用悬挂式作业，能够有效解决田间管理过程中土垄塌陷的问题。

4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机适合京郊 80cm 垄宽的甘薯种植地区，配合 30 马力拖拉机使用，作业速度为 1.5-3.0km/h，秧蔓粉碎效果较好，同时机具购置成本较低，作业成本较少。

1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉碎机可一次性完成双垄甘薯秧蔓粉碎作业，配套动力需 60 马力以上拖拉机，作业幅宽 1700mm，作业速度为 2.1-3.8km/m。

利用卫星导航系统的高精度差分技术，通过控制器对农机液压系统进行控制，实现农机按设计作业路线的自动驾驶作业。应用北斗导航仪无人驾驶的拖拉机作业时，不仅作业质量大幅度提升，土地利用率也可提高 6.0%；而且有利于各环节的机械化作业，能够有效防止人工驾驶拖拉机不同时期进地压伤甘薯的问题。

（三）开展甘薯全程机械化示范推广

为提升京郊甘薯种植机械化水平，从 2014 年开始系统研究甘薯不覆膜种植模式下的机械化生产。通过引进、筛选、改进等手段，2016 年已初步形成了甘薯

全程机械化技术路线，完成了起垄、移栽、杀秧、收获等环节的机具配套，实现了甘薯不覆膜种植关键环节机械化。近两年，为推动技术落地、扩大成果影响力，在密云区河南寨镇、十里堡镇、高岭镇开展甘薯（不覆膜）全程机械化技术示范。与此同时，不断优化配套机具，提高机具的作业质量，扩大示范推广面积。

表 10 甘薯机械化生产技术示范推广情况 面积：亩

	起垄	移栽	中耕	杀秧	收获
2015	50	-	-	50	50
2016	100	-	-	50	50
2017	2100	18	-	2130	2100
2018	2000	200	120	2000	2000
2019	1800	220	600	1800	1800
2020	1800	230	600	1800	1800
2021	1800	180	260	3150	3150
合计	9650	848	1580	10980	10950

通过近几年的不断努力，京郊的甘薯生产机械化水平得到明显提高。示范区内，甘薯生产各环节作业效率是 2014 年的 17 倍以上，尤其是杀秧及收获作业，作业效率是 2014 年 50 倍、62 倍以上，有效解决了人工作业劳动强度大的问题；同时，亩用工量合计减少了近 9 个，节省人工达 94.6%；亩均作业成本至少减少了 800 元。2015-2021 年，按照示范区面积来算，通过机械化技术的应用与应用，甘薯生产累计节本 833.6 万元以上。

表 11 示范区内甘薯生产情况对比

生产环节	机械化使用情况		亩用工量（个）		作业成本（元/亩）		劳动生产率提升%
	2014 年	2021 年	2014 年	2021 年	2014 年	2021 年	
起垄	单行起垄机	双行起垄移栽一体机	4	0.43	400	145	830%
移栽	人工						
中耕	人工	三行中耕机	2	0.1	-	-	1900%
杀秧	人工	单/双行杀秧机	2	0.04	200	25	4900%
收获	筒式挖掘犁	单/双行收获机	2.5	0.04	400	30	6150%
合计	-	-	10.5	0.61	1000	200	1621%

北京市甘薯机械化生产现状及发展建议

张莉, 熊波, 高娇, 李传友, 闫子双

(北京市农业机械试验鉴定推广站, 北京 100079)

摘要: 北京市甘薯机械化生产技术相对落后, 作业机具的专用化、高效化和系列化程度较低, 不仅落后于稻麦、玉米等粮食作物, 也落后于马铃薯、花生等土下果实作物, 其耕种收综合机械化指数距北京市平均水平尚有较大距离。该文分析了北京市甘薯机械化生产现状, 指出存在的主要问题, 并提出相应的发展对策。

关键词: 甘薯; 机械化; 现状; 北京

中图分类号: S233.75 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-1795(2013)S2-0006-04

Status Quo and Development of Sweet Potato Production Mechanization in Beijing

Zhang Li, Xiong Bo, Gao Jiao, Li Chuanyou, Yan Zishuang

(Beijing Agricultural Machinery Experiment Appraisal Popularize Station, Beijing 100079, China)

Abstract: Sweet potato production mechanization technology in Beijing is relatively backward. Special operation equipment, high efficiency and series of working machine are at lower degree. Sweet potato production mechanization is not only behind the food crops of rice and wheat, corn, but also is behind the soil under fruit crops such as potato and peanut. There is still greater distance that potato farming collect comprehensive mechanical index from average level of Beijing. Mechanized production status of sweet potato was analyzed. Main problems were pointed out. At the same time, corresponding development countermeasure were put forward.

Key words: Sweet potato, Mechanization, Status quo, Beijing

0 前言

甘薯是劳动密集型土下作物, 我国虽是甘薯生产大国, 但机械化作业程度却不高, 其耕种收综合机械化指数约 26%^[1]。北京地区甘薯种植生产的各个环节仍以人工为主。随着劳动力的转移, 农村劳动力已严重缺乏, 再加上缺少甘薯生产急需的轻便配套机械, 以及农机农艺结合的高效轻简化实用技术, 甘薯生产机械化程度明显低于其他作物, 这成为甘薯产业发展的重要限制因素。本文针对北京地区甘薯生产现状开展调研, 分析存在的主要问题, 并提出发展对策。

1 甘薯种植生产现状

1.1 基本情况

据统计数据, 2013 年北京市甘薯种植面积为 3 866.7 hm² (5.8 万亩), 主要分布在大兴区和密云县。北京甘薯栽培以垄作种植为主, 主要生产环节是耕整地、施肥、起垄、铺膜、薯苗移栽、田间管理、

割蔓、挖掘和捡拾收集。

1.2 机械化情况

目前甘薯生产环节机械化水平偏低。耕整地、起垄铺膜/起垄、施底肥机械化水平相对较高, 其他环节机械化作业水平较低, 如薯苗移栽、植保作业、割蔓和收获, 仍停留在人工、依靠畜力或借助其他大田机械完成作业的阶段。

1.2.1 耕整地

(1) 耕整地模式。因种植红薯地块的土质不同, 耕整地方式也多种多样。据调研, 采用翻耕-起垄耕整地模式的种植户占调研总数的 59.2%, 采用旋耕-起垄耕整地模式的种植户占调研总数的 37.0%, 采用翻耕-旋耕-起垄耕整地模式的种植户占调研总数的 3.8%。

(2) 机具作业及机具来源。因耕整地环节可以用其他大田机械完成作业, 机械化水平相对较高。甘薯耕整地起垄机主要有单一功能作业机和复式作业机, 其中复式作业机可一次完成施肥、旋耕、起垄、镇压

收稿日期: 2013-10-26 修回日期: 2013-11-12

基金项目: 粮食作物产业技术体系北京市创新团队资助项目

作者简介: 张莉, 工程师, 研究方向: 农机推广。E-mail: zls9198677@163.com

和覆膜等作业,或能完成上述几个功能的组合。人工进行翻整地作业和机具作业分别占种植户总数的29.03%和70.97%。翻耕机具作业中自有机具作业占23.07%,农机服务组织作业占76.93%;进行旋耕的种植户中,自有机具作业占33.34%,农机服务组织作业占66.66%。

1.2.2 施底肥

施底肥可以用其他大田机械完成作业,机械化水平相对较高。施底肥的种植户中,人工作业占71.74%,自有机具作业占6.52%,农机服务组织作业占21.74%。

1.2.3 起垄

甘薯种植多为小规模地块,农户分散种植,种植模式多样,垄距垄高差别较大。

(1) 起垄方式。起垄覆膜的种植户占61.48%,起垄不覆膜的种植户占38.52%。进行起垄覆膜的种植户中,人工作业占71.43%,自有机具作业占10.71%,农机合作社机具作业占17.86%。进行起垄不覆膜的种植户中,人工作业占62.14%,自有机具作业占18.93%,农机服务组织作业占18.93%。

(2) 垄形。种植户采用的垄距为50~120 cm,垄高为20~40 cm,垄形多样。由图1、图2可知,垄距选择90 cm和100 cm的居多,垄高主要为30 cm。

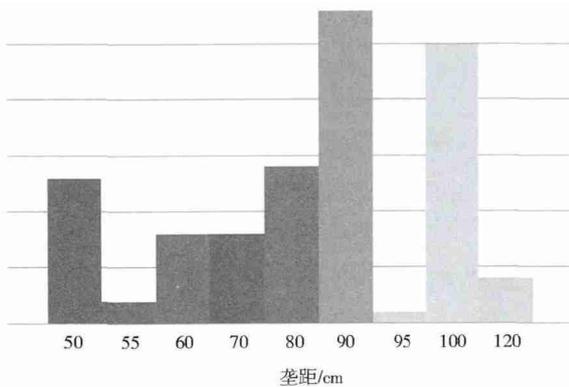


图1 垄距统计分布

Fig. 1 Statistical distribution of ridge distance

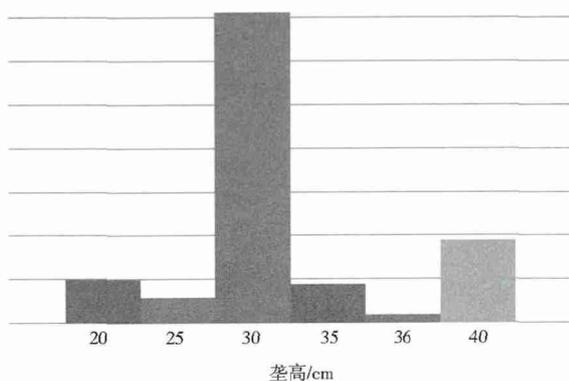


图2 垄高统计分布

Fig. 2 Statistical distribution of high ridge

1.2.4 薯苗移栽

薯苗移栽主要有斜插法、水平栽插法、直插法、船底形栽法和钩形栽插法,其薯苗入土角度、深度均有区别。北京市种植户采用船底形栽法的居多,据调查,人工作业占85.11%,自有机具(含自制改装辅助作业工具)作业占8.51%,农机服务组织作业占6.38%。

1.2.5 收获

收获是甘薯生产中用工量和劳动强度最大的环节,其用工量占生产全过程的42%左右,主要包括割蔓、挖掘、捡拾、清选和收集等环节。据调研,割蔓环节人工作业的种植户占调研总数的78.38%,自有机具作业占2.7%,农机服务组织作业占18.92%;甘薯收获环节人工作业的种植户占调研总数的70.21%,自有机具作业占12.77%(大部分为改制简易挖掘犁),农机服务组织作业占17.02%。

2 甘薯农机化生产存在的问题

2.1 种植制度复杂多样

(1) 栽插环节。甘薯苗的大小、叶片、入土方式、浇水和覆膜等具有多样性,机具的适应性受影响很大,使机械化移栽机具的研发和推广受到较大制约。

(2) 割蔓环节。甘薯藤蔓生长茂盛,匍匐缠绕严重,加大了机械化清除难度。甘薯藤蔓通常长1.5~2.5 m,产量多达30 t/hm²[2],机械割蔓粉碎量大;尤其是生长后期垄体塌陷,垄沟起伏不定,割蔓的高度变化较大,难以清理干净,易造成割蔓机具振动大、伤割刀和安全性差,影响后续挖掘收获作业。

(3) 收获环节。甘薯薯块生长深、质量大和结薯范围宽,造成收获机入土深、负荷大。甘薯单个平均质量超过250 g,生长深度20~28 cm,结薯范围25~35 cm^[3]。机械化挖掘收获时土薯分离量大、机具负荷大和伤薯率高,易造成机具部件磨损,缩短机具使用寿命。甘薯皮薄,收获时易被薯土分离装置蹭伤,对鲜食型甘薯的贮藏和出口不利。

(4) 种植环境。北京市甘薯种植土壤有沙壤土、壤土等,种植田块大小不一,尤其是大部分田块较小,种植环境相当复杂,机具难以适应多种环境作业。

(5) 种植农艺。甘薯种植农艺繁杂造成作业机具与动力配套难。种植户采用大垄、小垄、单行和双行皆有,间作套种长期存在,且垄形、垄距差距较大,与国内现有的拖拉机轮距难以匹配,致使作业机具与配套动力难以选择。

2.2 关键环节缺乏适用机具

国内甘薯生产机械除耕地、起垄和田间管理等环节多借用其他作物通用机型,技术相对成熟外,移栽、割蔓和收获等重要环节尚缺少可靠性较高的机

型。目前,国内生产甘薯作业机具的企业虽有几十家,产品种类也多达数十种,但由于结构设计、制造工艺和选材用料等因素,造成机具制造质量差、可靠性低和辅助人工过多等问题,难以满足种植户的生产需求。

2.2.1 耕整地环节

现有甘薯旋耕起垄机仍存在着土壤耕层浅、起垄高度不够、垄体紧实度差易塌陷、垄距不规范和垄侧坡度角不规范等问题,影响后续栽插、薯块生长及收获作业;此外,机具结构强度差和可靠性低等问题也较为突出。

2.2.2 移栽环节

在移栽环节,目前国内已有不覆膜条件下的甘薯裸苗移栽机,但是北京地区73.33%的农户采用膜上栽插方式,目前满足膜上移栽要求的移栽机较少,并且效率低、成本高,不经济。

2.2.3 收获环节

甘薯收获机械使用率很低,当前仍以人工作业为主,仅部分种植户采用简易挖掘犁,少数地区采用了切蔓机、挖掘收获机,但藤蔓切碎率低、垄沟藤蔓清除效果差、挖掘伤薯率高、作业功耗大和设备使用寿命短等问题依然十分突出。国内还缺少作业集成度高和综合效益显著的机械化联合收获技术装备。

2.3 种植地块分散不利于规模化机械作业

通过调研了解到,农技部门和农机合作组织均认为地块大小是阻碍机械化水平提高的重要原因。据调研数据,0.13 hm² (2亩)以下占59.40%,0.13~0.33 hm² (2~5亩)占26.32%,0.33~0.67 hm² (5~10亩)占6.77%,0.67~3.33 hm² (10~50亩)占3.76%,3.33 hm² (50亩)以上占3.76%。地块面积过小、不同农户的地块交错分散、无法完成机械展开或回转及无法连片作业是影响机械化作业的最不利因素。

3 原因分析

3.1 农机农艺融合不足

甘薯生产机械化技术落后与甘薯作物农机农艺的适配性差有很大关系。由于甘薯种植规模影响,甘薯种植机械研发滞后,以往甘薯品种的育种和栽培目标主要集中在高产、抗逆和抗病虫害等问题上,而没有考虑机械化作业因素,给机具的研发、推广和作业质量均造成较大影响。

3.2 甘薯作业机具研发生产滞后

①长期以来,北京市各级政府及农机科研机构关注的重点是设施蔬菜、小麦和玉米等种植面积较大作物的生产问题,政策制定、立项支持和平台建设都给

予了倾斜,致使种植面积较小的甘薯行业机械研发队伍少,从业人员不多,更缺少专业的研发生产制造企业。②甘薯生产机具的研发基本是参照马铃薯生产机械,缺少基础理论支撑和农机农艺适配性的深入研究。③研发推广多集中在中小功率段、较为简易的设备,而技术含量较高的移栽机、联合收获机研发还很薄弱。

3.3 部分农机手的职业技能和职业素质差

①随着农业机械的增加和农机服务组织的发展,越来越多的农民加入到农机手队伍中来,机手上岗系统培训不足,缺乏系统的田间作业技能训练,技术素质普遍较差。②机手及作业质量监管系统不健全,造成机具使用管理不善,机具调整不到位,能源浪费严重,不能充分发挥机具效能,从而影响了田间作业质量。

3.4 种植地块规模小

目前,京郊种植甘薯土地虽然有一部分已经流转到种植大户手中,由农机服务组织统一进行规模化种植,但是集约化程度还比较低。主要原因:①农民受传统小农经济思想影响,加上近年来承载于土地上的各种负担已经消除,各种支农惠农政策不断出台,各种补贴不断增多,大多数农民不愿流转土地,大部分耕地仍由一家一户种植。②农田流转政策宣传力度不够,部分地区农民对土地流转补贴政策理解不深,导致农田流转不畅通。③农户间自由的转包是无法实现连片耕作的,只有集体通过调整地块,才能实现这个目标,而目前集体经济组织调整地块的功能没有得到发挥,所以,绝大部分农户之间的自由转包不能连片,对甘薯种植规模经营没有太大的促进作用^[4-5]。

4 对策措施

近年,随着甘薯消费需求的不断趋增以及农村劳动力大量转移,解决甘薯生产机械化问题已成为亟需攻克的任务。

4.1 加强农艺与农机融合

建立农机农艺融合联合攻关机制,成立农机农艺融合专家组,针对甘薯生产机械化薄弱环节,联合制定农机农艺融合方案,研制、选型和引进相关机具。加强农机与农艺技术融合研究,吸取美、日等国经验,培育适宜机械化作业的品种,研究制定规模化、标准化和轻简化的适宜机械化作业的甘薯生产农艺技术规程,在栽培技术上应区域化统一种植模式^[3 6]。

4.2 加大资金支持和政策引导

充分发挥政府部门的主导作用,突出甘薯生产机械研发,引进借鉴国外和其他作物生产机械,突破机械栽插和施肥机具,完善培垄、收获机具,并列入农

机补贴目录。另一方面需要政府加大对甘薯生产机具的购置补贴、甘薯机械化作业补贴,提高农民使用机械作业的积极性。

4.3 加强对机手的培训与监管

重点针对农机服务组织开展作业质量及技术培训,加强对农机手的上岗培训,逐步实行农机手上岗准入。对现有的机械化程度较高的环节,制定机械化作业规范,加强对机手的职业技能和职业素质的培训,提高机手的作业水平,端正机手工作态度。完善机手作业质量监管制度,保证作业质量,提高农民采用机械化作业的意愿。

4.4 推进土地流转和重整

积极进行土地流转和土地重整,对小面积、分散分布和缺少机耕道等种植地块进行组合或重新规划,使之适宜机械化尤其是大中型机具作业^[7]。

参考文献

[1] 胡良龙,胡志超,王冰,等. 国内甘薯生产机械化研究进展与趋势[J]. 中国农机化,2012(2): 14-16.

- Hu Lianglong, Hu Zhichao, Wang Bing, et al. Research development and trend of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) production mechanization in China [J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2012(2): 14-16.
- [2] 史新敏,李洪民,张爱君. 迷你型甘薯简易机械化栽培技术[J]. 作物杂志,2009(1): 120.
- [3] 胡良龙,胡志超,谢一芝,等. 我国甘薯生产机械化技术路线研究[J]. 中国农机化,2011(6): 20-25.
- Hu Lianglong, Hu Zhichao, Xie Yizhi, et al. Study on the route of mechanization of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) production technology in China [J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2011(6): 20-25.
- [4] 纪灿离,冀彬,许永杰. 制约农村土地流转因素分析[J]. 农业·农村·农民,2009(4): 23-24.
- [5] 张路雄. 我国耕地制度存在的问题及政策选择[J]. 红旗文稿,2009(6): 9-12.
- [6] 许天瑶. 专家谈农机农艺融合[J]. 农业机械,2011(15): 22-24.
- [7] 马标,胡良龙,许良元,等. 国内甘薯种植及其生产机械[J]. 中国农机化学报,2013,34(1): 42-46.
- Ma Biao, Hu Lianglong, Xu Liangyuan, et al. Status about sweet potato planting and its production machinery in China [J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2013, 34(1): 42-46.

行业动态

亚太农机检测网区域决策者圆桌会议在曼谷召开

2013年11月18日,联合国亚太地区可持续农业机械化中心在曼谷召开亚太农机检测网区域决策者圆桌会议,来自孟加拉国、柬埔寨、中国、斐济、印度、印度尼西亚、马来西亚、蒙古、巴基斯坦、俄罗斯联邦、斯里兰卡、泰国、菲律宾、越南、联合国粮食和农业组织、欧洲农机检测网、联合国工业发展组织、联合国亚太经济和社会委员会、联合国亚太地区可持续农业机械化中心等国家和机构的33名代表参加了会议。

联合国亚太地区可持续农业机械化中心主任赵兵主持会议,联合国亚太经济和社会委员会贸易投资部主任 Ravi Ratnayake 博士致开幕辞,联合国粮食和农业组织亚太地区高级官员 Rosa Rolla 致欢迎辞。会上,赵兵主任介绍了亚太农机检测网相关情况,联合国粮食和农业组织亚太地区官员介绍了亚太地区可持续农业机械化发展战略与亚太农机检测网的联系,联合国工业发展组织专家介绍了全球农机化现状及未来趋势,欧洲农机检测网主任介绍了欧洲农机检测网的发展

经验。

与会代表简要回顾了亚太农机检测网建设背景,重点讨论了亚太农机检测网的章程、工作计划以及经费来源。与会代表就亚太农机检测网的背景、任务、目标、作用、成员构成、组织机构及运行、经费来源等内容基本达成一致意见。

目前,孟加拉国、柬埔寨、中国、斐济、印度、印度尼西亚、马来西亚、蒙古、缅甸、尼泊尔、巴基斯坦、巴比亚新几内亚、菲律宾、俄罗斯联邦、斯里兰卡、泰国和越南17国为亚太农机检测网技术工作组成员,联合国可持续农业机械化中心(CSAM)、欧洲农机检测网(ENTAM)、联合国粮食与农业组织(UNFAO)、经济合作与发展组织(OECD)和联合国工业发展组织(UNIDO)为亚太农机检测网指导委员会成员。

中国作为亚太地区的重要成员国,积极参加联合国亚太地区可持续农业机械化中心相关活动,农业部农机化管理司、农业部农机试验鉴定总站分别派代表参加了此次会议。(畅雄勃)

甘薯机械化割蔓对比试验

高 娇, 张 莉, 李小龙, 李治国, 李传友, 滕 飞

(北京市农业机械试验鉴定推广站, 北京 100079)

摘 要: 针对北京郊区甘薯杀秧环节缺少适宜机具, 人工杀秧费时、费力等问题, 开展甘薯秧蔓粉碎还田机对比试验。根据京郊甘薯种植垄距为 80 ~ 90 cm 的种植模式, 引进 4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机、1JH-170 型双行甘薯秧蔓粉碎机和 1JSM-900 型单行甘薯秧蔓粉碎机 3 种机型。经过前期试验, 筛选出作业质量符合相关行业标准及当地甘薯种植农艺要求的两种秧蔓粉碎机。其中 4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机适宜作业行距为 90 cm, 1JH-170 型双行秧蔓粉碎机适宜作业行距为 80 cm, 作业效率为人工作业的 50 ~ 90 倍, 作业成本较人工低 2 627 ~ 2 703 元/hm², 有效地解决了甘薯杀秧环节机械化问题, 降低了甘薯种植成本。

关键词: 甘薯; 秧蔓粉碎机; 作业质量; 作业效率; 作业成本

中图分类号: S233.75 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-1795(2015)S2-0009-03

Contrast Test of Sweet Potato Mechanized Cutting Seedling Vine

Gao Jiao, Zhang Li, Li Xiaolong, Li Zhiguo, Li Chuanyou, Teng Fei

(Beijing Agricultural Machinery Experiment Appraisal Popularize Station, Beijing 100079, China)

Abstract: Aim at problems such as lack of appropriate tools in sweet potato seedling link, artificial seedling time-consuming and laborious in suburban areas of Beijing, sweet potato seedling vine shattering and field returning machines were contrasted. According to planting patterns that sweet potato planting ridge distance was 80 ~ 90 cm in Beijing suburbs, three kinds of models were introduced, including 4U-S980 type single row sweet potato seedling vine shattering machine, 1JH-170 type double row sweet potato seedling vine shattering machine, and 1JSM-900 type single row sweet potato seedling vine shattering machine. After preliminary test, two seedling vine shattering machines which operating quality conform to requirements of relevant industry standards and local sweet potato planting agronomic requirements. Planting ridge distance of 4U-S980 type single row sweet potato seedling vine shattering machine was 90cm. Planting ridge distance of 1JH-170 type double row sweet potato seedling vine shattering machine was 80cm. Working efficiency was 50 ~ 90 times for manual operation. Working cost was 2 627 ~ 2 703 yuan/hm² lower than those of artificial work. Problems of mechanization of sweet potato seeding link were effectively solved, and cost of sweet potato planting was reduced.

Key words: Sweet potato, Seedling vine shattering machine, Operating quality, Working efficiency, Working cost

0 引言

甘薯种植需要较多人工, 目前我国甘薯种植机械化水平较低, 全国耕种收综合机械化指数约为 26%^[1]。甘薯生产用工量最大的环节为育苗、移栽和收获等环节, 整地、起垄等环节机具与大田作物机具通用已实现机械化, 但作业质量仍有待提升, 甘薯种植各环节的作业机具专用化、高效化和系列化程度低^[2-3]。北京地区甘薯机械化水平远低于玉米、小麦等大田作物, 尤其是移栽、割蔓和收获等环节缺少作业机具, 收获包括割蔓、挖掘和捡拾等环节, 割蔓是收获前劳动强度较大的一项重要环节, 据 2013 年调

研数据, 割蔓环节人工作业的种植户占调研总数的 78.38%, 割蔓环节仍主要依靠人工作业, 京郊地区无专用的甘薯割蔓机^[4]。据研究, 京郊已用的甘薯割蔓机械采用割刀式切断垄顶薯块连接处, 圆盘切刀切断垄底薯秧的连接处, 再利用斜式搂扒将薯秧铺放在垄沟, 无粉碎功能, 作业后仍需对甘薯秧蔓进行人工收运后进行机械收获, 无专用甘薯秧蔓粉碎还田机具, 工作量仍然较为繁重^[5]。

甘薯切蔓机最早出现在 20 世纪 80 年代, 主要为秸秆粉碎机改装机, 其作业质量差, 切碎率低, 但在一定程度上减轻劳动强度, 提高工作效率^[6]。近几年, 随着农村劳动力短缺矛盾的影响, 甘薯机械市场

收稿日期: 2015-11-09 修回日期: 2015-12-13

基金项目: 北京市粮经作物创新团队项目

作者简介: 高娇, 工程师, 研究方向: 农机推广。E-mail: gaojiao2013@126.com

的需求不断旺盛,我国甘薯割蔓机的研发进入到了一个新的时期,市场上相继研制出了一批甘薯割蔓粉碎还田机,应用效果较好。经过前期实地考察调研,了解到国内现有多种专用甘薯秧蔓粉碎还田机,根据不同地区不同种植模式,机型亦有较大差异。本研究根据京郊地区甘薯种植模式,选用3台适宜此种种植模式的甘薯秧蔓粉碎还田机,开展对比试验,通过检测秧蔓粉碎效果、作业效率和作业成本等指标,明确适宜京郊地区甘薯种植应用的秧蔓粉碎还田机。

1 试验基本情况

1.1 试验简介

试验地点在北京市密云区高岭镇粮经作物创新团队甘薯生产示范基地,土质为砂壤土。试验时间为2015年10月13日,试验为机型单因素设计,参试机具为4U-S980型单行甘薯秧蔓粉碎机、1SJM-800/900型单行甘薯秧蔓粉碎机和1JH-1700型双行甘薯秧蔓粉碎机3种,配套拖拉机均按照设计值要求,选

配动力合适的拖拉机。测定方法参照甘薯秧蔓粉碎还田机试验机检测方法(草案),检测指标为秧蔓粉碎合格率、漏切率、留茬高度、作业效率和作业成本等,并根据甘薯秧蔓粉碎还田机试验机检测方法(草案)要求,检测了试验当天土壤情况及甘薯秧蔓含水率、产量等情况。

1.2 参试机具简介

3种机具具体参数如表1所示。挂接方式均为悬挂式,适宜梯形垄,适宜垄高为20~30cm,适宜垄型为80和90cm垄距。4U-S980型单行甘薯秧蔓粉碎机粉碎机构自带挑秧叉,工作时可将薯秧掀起在空中逆行杀秧,连续进行二次粉碎,且可将垄沟内秧蔓挑起粉碎。1JH-1700型双行甘薯秧蔓粉碎机的粉碎机构根据垄型仿形设计,带有特殊甩刀,一次性完成垄顶、垄沟的秧蔓粉碎还田。1SJM-900型甘薯秧蔓粉碎机可调整整机离地高度和作业状态,作业适应性强、性能稳定,机具可靠性强,可完成甘薯秧的切削粉碎作业。

表1 机具主要技术参数

Tab. 1 Main technical parameters of machines

机具型号	配套动力/kW	工作幅宽/m	挂接方式	纯工作生产效率/hm ² ·h ⁻¹	适宜垄型	适宜垄高/cm
4U-S980型单行甘薯秧蔓粉碎机	≥14.9	0.98	悬挂式	0.12~0.22	梯形	20~30
1SJM-800/900型单行甘薯秧蔓粉碎机	≥22.4	0.90	悬挂式	0.10~0.20	梯形	20~30
1JH-1700型双行甘薯秧蔓粉碎机	≥51.8	1.70	悬挂式	0.32~0.80	梯形	20~30

2 试验结果与分析

2.1 机具作业条件

试验当天土壤含水率和紧实度情况如表2所示。检测作业当天甘薯秧蔓含水率为89%,鲜质量产量为44743.5kg/hm²,干质量产量为4690.5kg/hm²。

表2 土壤情况
Tab. 2 Soil conditions

土层/cm	土壤含水率/%	土壤紧实度/MPa
0~10	11.2	2.0
10~20	14.3	2.5
20~30	27.3	2.6
平均	17.6	2.4

2.2 作业质量

由表3可知,3种机具检测时作业档位均为慢3档,4U-S980型单行甘薯秧蔓粉碎机和1JH-1700型双行甘薯秧蔓粉碎机作业质量符合标准要求,秸秆粉碎合格率均达到90%及以上,留茬高度低于10cm。由于4U-S980型单行甘薯秧蔓粉碎机带挑秧叉,可将垄沟内的秧蔓挑起切碎,漏切率为0。1JH-1700型双行甘薯秧蔓粉碎机秧蔓粉碎机构仿形设计,可根据垄型进行杀秧,漏切率为0。1SJM-800/900型单行甘薯秧蔓粉碎机作业质量均达不到标准要求,其中秸秆

粉碎合格率为80.2%,漏切率为20%,留茬高度为23.7cm,作业质量差。

表3 作业质量
Tab. 3 Operation quality

机具型号	作业档位	秸秆粉碎合格率/%	漏切率/%	留茬高度/cm
标准	-	≥90	-	≤10
4U-S980型单行甘薯秧蔓粉碎机	慢2-慢3	90	0	5.2
1SJM-800/900型单行甘薯秧蔓粉碎机	慢2-慢3	80.2	20	23.7
1JH-1700型双行甘薯秧蔓粉碎机	慢3	91	0	5.4

2.3 生产效率与作业成本

数据为试验中检测数据与合作社调研数据相结合。由表4可知,3种秧蔓粉碎机作业效率均远高于人工杀秧作业效率。其中人工作业效率为0.0042hm²/h,4U-S980型单行甘薯秧蔓粉碎机、1SJM-800/900型单行甘薯秧蔓粉碎机和1JH-1700型双行甘薯秧蔓粉碎机3种机具作业效率分别为0.187~0.267、0.213~0.267和0.387~0.500hm²/h,1JH-1700型双行甘薯秧蔓粉碎机作业效率最高,是人工作业效率的90倍。作业成本方面,3种秧蔓粉碎机作业成本均远低于人工作业。其中4U-S980型单行甘薯秧蔓

粉碎机作业成本最低, 较人工作业节约成本 2 703 元/hm²。1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉碎机成本为 327.75 元/hm², 较人工作业节约成本 2 627.25 元/

hm²。1SJM-800/900 型单行甘薯秧蔓粉碎机是 3 种机具中作业成本最高为 414 元/hm²。

表 4 生产效率与作业成本
Tab. 4 Production efficiency and cost

机具型号	生产效率/ hm ² · h ⁻¹	作业成本/元 · hm ⁻²					
		机具折旧	刀片磨损	机油(柴油、润滑油)	人工	其他	合计
人工作业	0.004 2	0	0	0	3 000	0	3 000
4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机	0.187 ~ 0.267	39.00	66	31.5	85.5	75	297
1SJM-800/900 型单行甘薯秧蔓粉碎机	0.213 ~ 0.267	70.50	144	42.0	82.5	75	414
1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉碎机	0.387 ~ 0.500	39.75	135	73.5	49.5	75	372.75

3 试验结论与讨论

3.1 结论

试验结果表明, 4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机和 1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉碎机作业质量均达到标准要求, 4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机作业成本最低, 1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉碎机作业效率最高, 适宜在京郊地区应用。1SJM-800/900 型单行甘薯秧蔓粉碎机作业质量未达到标准要求, 作业成本为 3 种机具中最高, 暂不推荐其在京郊地区应用。通过试验对比, 甘薯秧蔓粉碎机械化作业效率显著高于人工作业, 作业效率为人工作业的 50 ~ 90 倍; 作业成本远低于人工作业成本, 较人工作业成本低 2 627.25 ~ 2 703 元/hm²。实现甘薯杀秧环节机械化作业后, 显著提高劳动生产率, 降低甘薯种植成本, 提高农民收入。

3.2 讨论

(1) 甘薯秧蔓粉碎机作业质量与作业当天秧蔓含水率、秧蔓产量和土壤含水率等有密切关系^[6]。本试验结果为各机型在北京密云地区甘薯种植环节中割蔓的效果, 其他地区应用该试验结果需要进一步开展试验验证。

(2) 试验中筛选的 4U-S980 型单行甘薯秧蔓粉碎机和 1JH-1700 型双行甘薯秧蔓粉碎机结构设计合理, 秧蔓粉碎效果好, 但粉碎刀质量有待进一步改善, 粉碎刀在杀秧作业时磨损较快, 且遇见石块易崩裂, 建议使用耐磨损、防崩裂的材料制作粉碎刀。

(3) 本试验选用的均为甘薯秧蔓粉碎还田机, 粉碎的甘薯秧蔓用于培肥地力。可根据生产需要, 逐步引进甘薯秧蔓粉碎回收机, 但是该设备较复杂、所需动力大、价格高, 还需要相应的辅助运输设备, 适宜大地块作业。随着土地流转的推进, 地块规模在扩

大, 该机具可作为发展方向探索研究^[7]。

参考文献

- [1] 胡良龙, 胡志超, 王冰, 等. 国内甘薯生产机械化研究进展与趋势[J]. 中国农机化, 2012, 33(2): 14-16.
Hu Lianglong, Hu Zhichao, Wang Bing, et al. Research development and trend of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) production mechanization in China[J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2012, 33(2): 14-16.
- [2] 马标, 胡良龙, 许良元, 等. 国内甘薯种植及其生产机械[J]. 中国农机化学报, 2013, 34(1): 42-46.
Ma Biao, Hu Lianglong, Xu Liangyuan, et al. Status about sweet potato planting and its production machinery in China[J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2013, 34(1): 42-46.
- [3] 胡良龙, 田立佳, 计福来, 等. 国内甘薯生产收获机械化制约因素与探讨[J]. 中国农机化, 2011, 32(3): 16-18.
Hu Lianglong, Tian Lijia, Ji Fulai, et al. Analysis and discussion on the restriction causations for harvesting mechanization of sweet potato in China[J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2011, 32(3): 16-18.
- [4] 张莉, 熊波, 高娇, 等. 北京市甘薯机械化生产现状及发展建议[J]. 农业工程, 2013, 3(S2): 6-9.
Zhang Li, Xiong Bo, Gao Jiao, et al. Status quo and development of sweet potato production mechanization in Beijing[J]. Agricultural Engineering, 2013, 3(S2): 6-9.
- [5] 何润兵, 王明武, 李学斌. 京郊甘薯生产机械化技术分析[J]. 农业机械, 2011(12): 47-48.
- [6] 王冰, 胡良龙, 胡志超, 等. 我国甘薯切蔓机发展概况与趋势分析[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(4): 377-379.
- [7] 胡良龙, 胡志超, 谢一芝, 等. 我国甘薯生产机械化技术路线研究[J]. 中国农机化, 2011, 32(6): 20-25.
Hu Lianglong, Hu Zhichao, Xie Yizhi, et al. Study on the route of mechanization of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) production technology in China[J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2011, 32(6): 20-25.

甘薯起垄机适应性试验与分析

高 娇, 张 莉, 李小龙, 熊 波, 蒋 彬, 李传友

(北京市农业机械试验鉴定推广站, 北京 100079)

摘 要: 京郊地区甘薯生产机械化技术落后, 专用机具短缺。甘薯起垄机多为简易制作的起垄机或用其他起垄机具代替, 起垄质量差, 垄形不统一, 影响甘薯生长, 造成土地浪费。开展了甘薯起垄机适应性试验, 筛选适宜京郊地区甘薯起垄作业的机型。选择 1-QL 型起垄机、1-GQL-2 型起垄机和 1-GKN-2 型甘薯起垄机 3 种机型进行试验, 检测结果表明, 1-GQL-2 和 1-QL 均可满足标准要求, 1-QL 适宜小型地块作业, 1-GQL-2 适宜大型地块作业。

关键词: 甘薯; 起垄机; 适应性试验

中图分类号: S222.5⁺3 文献标识码: A 文章编号: 2095-1795(2014)S2-0004-02

Experiment and Analysis of Adaptability for Sweet Potato Ridger

Gao Jiao, Zhang Li, Li Xiaolong, Xiong Bo, Jiang Bin, Li Chuanyou

(Beijing Agricultural Machinery Experiment Appraisal Popularize Station, Beijing 100079, China)

Abstract: Sweet potato production mechanization technology is backward, and special equipment is short in the suburb of Beijing. Most sweet potato ridgers were simple ridgers, or other ridging machine replaced. Their ridging quality was poor, ridge was not uniform, so as to effect sweet potato growth and cause land waste. Adaptability test of sweet potato ridger was carried out in order to select suitable sweet potato ridging operation models in suburb of Beijing. 3 ridging machine of sweet potato for 1-QL, 1-GQL-2 and 1-GKN-2 were selected to test. Test results showed that 1-GQL-2 and 1-QL could meet the requirements of standard, 1-QL was suitable for small area land operation and 1-GQL-2 was suitable for large-scale land operation.

Key words: Sweet potato, Ridger, Adaptability experiment

0 引言

随着人们生活水平的提高, 甘薯以其独特的营养保健功效深受市民欢迎, 但北京市甘薯生产机械化技术相对落后, 生产各环节的作业机具专用化、高效化和系列化程度较低, 不仅落后于玉米、小麦等粮食作物, 亦落后于马铃薯、花生等土下果实作物, 其耕种收综合机械化指数距离北京市平均水平尚有较大差距^[1-3]。甘薯种植地块普遍较小、交错分散, 且相当大一部分集中在山区、坡地和林下等, 如密云县, 不利于机械化作业, 其生产的各个环节仍以人工为主^[1,4]。随着北京城镇化进程的发展, 农村劳动力已严重缺乏, 加上缺少农机农艺结合的高效轻简化实用技术, 这些都成为甘薯产业发展的限制因素。实现甘薯生产全程机械化作业的第 1 个环节是实现起垄机械化。甘薯的起垄环节机械化水平相对较高, 但其主要应用大田作物机械或简易制作的起垄机, 专用起垄机具较少, 作业质量差。为实现甘薯起垄环节机械化作业, 并提高

机械化作业质量, 开展了甘薯起垄机适应性试验。

试验选择北京市密云县农机推广站研制的 1-QL 型起垄机、国家甘薯产业体系创新团队研制的 1-GQL-2 型起垄机和江苏银华春翔机械制造有限公司研制的 1-GKN-2 型甘薯起垄机 3 种机型。试验方法参照 DB11/T 654—2009 《起垄机作业质量》^[5] 检测方法进行, 根据北京地区的甘薯生产实际, 对甘薯起垄机的工作性能进行测定, 筛选出适合北京地区使用的甘薯起垄机。

1 参试机型主要技术参数及结构特点

本次选型试验为起垄机单因素试验, 共 3 个处理, 分别为 1GQL-2 型犁式旋耕起垄机、1-QL 型双圆盘式旋耕起垄机和 1GKN-2 型挡板式旋耕起垄机。

(1) 1-QL 型双圆盘式旋耕起垄机。该机由北京市密云县农机推广站研制, 单行起垄, 适用于小面积地块及林下甘薯种植。配套动力为 14.9 kW 以上的小型拖拉机, 由小型旋耕机、双圆盘整形器组成。作

收稿日期: 2014-10-16 修回日期: 2014-11-09

基金项目: 粮经作物产业技术体系北京市创新团队资助项目

作者简介: 高娇, 助理农艺师, 研究方向: 农机推广。E-mail: gaojiao2013@126.com

业挡位为慢Ⅲ-慢Ⅳ, 作业效率为 0.13 ~ 0.27 hm²/h, 设计垄形尺寸为 600 mm × 300 mm × 150 mm (垄底宽 × 垄高 × 垄顶宽), 垄角 45°。

(2) 1-GQL-2 型犁式旋耕起垄机。该机由徐州龙华农业机械科技发展有限公司与农业部南京农业机械化研究所联合研制开发, 双行起垄, 适用于大面积平整地块或缓坡地块的砂土、砂壤土、壤土和轻质黏土的甘薯起垄作业。配套动力为 44.7 kW 以上的拖拉机, 一次完成旋耕、起垄和镇压整形等功能。由小型旋耕机、3 段式单翼过中起垄犁组成。作业挡位为慢Ⅳ, 作

业效率为 0.53 ~ 0.6 hm²/h, 设计垄形尺寸为垄距 800 ~ 1 000 mm, 起垄高度 250 mm 以上, 垄角 45°。

(3) 1-GKN-2 型挡板式旋耕起垄机。该机由江苏银华春翔机械制造有限公司生产, 双行起垄, 适用于大面积平整地块的甘薯起垄作业。配套动力为 44.7 kW 以上的拖拉机, 具有旋耕、起垄功能。由小型旋耕机、挡板整形器组成。作业挡位为中Ⅲ-慢Ⅲ, 作业效率为 0.73 ~ 0.80 hm²/h, 设计垄形为垄距 1 000 ~ 1 100 mm, 起垄高度 300 mm, 垄角 45° ~ 55°。

3 种机型主要技术参数见表 1。

表 1 3 种甘薯起垄机主要技术参数

Tab. 1 Main technical parameters of 3 kinds of sweet potato ridger

起垄机型	垄距/mm	垄高/mm	垄角/(°)	配套动力/kW	作业挡位	作业效率/hm ² · h ⁻¹	主要功能
1-QL	600	300	45	>14.9	慢Ⅲ-慢Ⅳ	0.13 ~ 0.27	旋耕、起垄
1-GQL-2	800 ~ 1 000	>250	45	>44.7	慢Ⅳ	0.53 ~ 0.60	旋耕、起垄、镇压
1-GKN-2	1 000 ~ 1 100	300	45 ~ 55	>44.7	中Ⅲ-慢Ⅲ	0.73 ~ 0.80	旋耕、起垄

2 试验条件及试验方法

试验地点在北京市密云县高岭镇粮经作物创新团队甘薯生产示范基地。2014 年 4 月 29 日开展起垄作业, 土质为砂壤土, 起垄作业当天的土壤含水率为 9.5%, 土壤紧实度为 0.98 MPa, 《起垄机作业质量》要求土壤含水率为 8% ~ 20%, 土壤紧实度 ≤ 1.0 MPa, 试验条件符合要求。3 种机型配套拖拉机均按照设计值要求, 选配动力合适的拖拉机。

测试方法按照 DB11/T 654—2009 《起垄机作业质量》要求开展, 并根据起垄机选型试验与推广要求进行检测。土垄横截面尺寸, 即土垄的上底宽度、下底宽度和土垄高度应符合产品设计值; 土垄垄形一致性 ≥ 95%; 垄距达到当地生产农艺要求的 ± 5 cm, 垄距一致性 ≥ 80%。

3 试验结果及分析

试验测试结果 (表 2) 表明, 3 种机型工作效率均达到设计要求。起垄质量具体分析如下。

3.1 土垄横截面尺寸

由表 2 中 3 种机型的土垄截面积数据分析可知, 1-QL 和 1-GKN-2 垄高均低于设计值, 1-GQL-2 垄高达到设计值, 3 种机型均满足当地生产农艺要求; 1-GKN-2 上底宽度低于设计值, 1-QL 和 1-GQL-2 上底宽度达到设计值要求, 且满足当地生产农艺要求; 1-GKN-2 下底宽度高于设计值, 且高于当地农艺要求值, 1-QL 和 1-GQL-2 下底宽度均达到设计值, 并符合当地农艺要求。

3.2 垄形一致性

按照垄形截面积均匀性评价垄形一致性。通过上

底宽度、下底宽度和垄高计算垄形截面积, 并计算其一致性。由表 2 可知, 1-QL 和 1-GKN-2 的垄形一致性未达到标准, 1-GQL-2 的垄形达到标准要求。

3.3 垄距均匀性

按照当地甘薯生产农艺要求, 垄距在 900 ~ 1 000 mm, 由表 2 可知, 1-QL 和 1-GQL-2 垄距在农艺要求范围内, 但垄距均匀性均未达到标准要求, 这主要与机手作业水平有关。其中 1-GQL-2 垄距均匀性较高, 而 1-QL 的垄距均匀性较低, 其主要原因是, 1-QL 机型为单行起垄, 其垄距变化与地形、地面平整度和机手操作水平关系较大, 因此其垄距均匀性较低。1-GKN-2 机型垄距超出当地农艺标准 5 cm, 未达到标准要求。

表 2 甘薯起垄机性能指标

Tab. 2 Performance index of sweet potato ridger

机型	垄高	上底宽度	下底宽度	垄形一致	垄距	垄距均匀
	/mm	/mm	/mm	性/%		/mm
标准	设计值	设计值	设计值	≥95	当地农艺标准 ± 5 cm	≥80%
1-QL	251	180	601	77	913	10.2
1-GQL-2	268	265	800	97	998	47.8
1-GKN-2	246	176	913	75	1 039	28.3

4 结论与讨论

1-QL 型起垄机技术指标中垄高未达到设计值, 垄形一致性低于标准要求, 其余各项技术指标均符合当地农艺要求。1-QL 型起垄机为单行起垄, 结构小巧, 机具转弯半径小, 价位较低, 综合分析其优势劣势, 建议其加装整形器以提高垄形一致性后, 推荐用于小面积地块及林下甘薯起垄作业。适合种植大户、

(下转第 8 页)

合当地农艺生产要求,播深合格率分别为 95%、100%、100% 和 95%,符合标准要求。各排种器粒距变化为 25.3 ~ 27.4 cm,平均粒距分别为 26.4、25.3、27.4 和 26.5 cm,粒距合格率分别为 93%、95%、96% 和 95%,第 1 播种器未达到标准要求,其他均符合标准要求。

3.2 农艺指标检测结果

出苗整齐度在玉米苗期(3叶期)测定。由图 1 可知,MAXIMA-6 和 1030-4 出苗整齐度均为 9,2BMF-4 出苗整齐度为 7,略低于 MAXIMA-6 和 1030-4 播种作业の出苗整齐度。

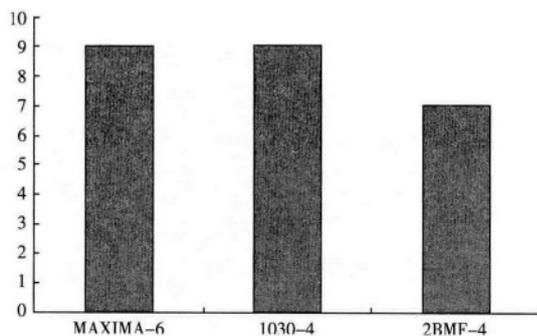


图 1 3 台播种机播种作业の出苗整齐度

Fig. 1 Emergence uniformity of sowing work for 3 seeders

4 讨论与结论

由试验结果分析可知,3 种参试机型的作业质量均达到 NY/T 1628—2008《玉米免耕播种机作业质量》标准中精量播种的要求(播种深度按照当地农艺生产要求),因此 3 台玉米精量播种机均可在京郊

玉米生产区推广应用。根据精量播种机的选择方法,以及京郊春玉米区种植地块大小、农户对农机购买力的差异,平原春玉米区大面积地块可选用 MAXIMA-6 和 1030-4 两种播种机,机型大,作业速度快,作业质量高,可提高平原区春玉米精量播种作业质量及作业效率^[6]。在山区及小面积地块可选用 2BMF-4 机型,该机型结构小巧,转弯半径小,作业质量亦可满足精量播种技术要求。3 种机型价位差异较大,种植农户、农机服务组织可根据自身购买能力、作业范围选择不同机型。

参考文献

- [1] 马国权. 推广玉米精量播种技术势在必行[J]. 湖北农机化, 2013(1): 58.
- [2] 李小龙, 高娇, 闫子双. 北京地区春玉米种植农机农艺技术融合问题与建议[J]. 农业工程, 2013, 3(S2): 98-103.
Li Xiaolong, Gao Jiao, Yan Zishuang. Problems and suggestions for fusion of agricultural machinery and agronomy about spring corn planting in Beijing[J]. Agricultural Engineering, 2013, 3(S2): 98-103.
- [3] NY/T 1628—2008 玉米免耕播种机作业质量[S].
- [4] 于长生. 玉米精量点播技术[J]. 内蒙古农业科技, 2014(1): 109.
- [5] 刘欣. 玉米精量播种机械化技术研究[J]. 农业科技与装备, 2013(1): 66-67.
Liu Xin. Research on mechanized maize precision sowing[J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2013(1): 66-67.
- [6] 王丽. 精量播种机的选择和使用[J]. 养殖技术顾问, 2010(2): 161.

(上接第 5 页)

农机大户或者小型合作社购置使用。

1-GQL-2 型起垄机为双行起垄,作业效率高,其各项技术指标均达到设计值,并符合当地生产农艺要求,且垄形一致性达到北京市起垄作业质量要求,其他技术指标的均匀性均较高,可用于大面积平整地块甘薯起垄作业。该机型价位偏高,适合大、中型农机合作社购置使用。

1-GKN-2 型起垄机为双行起垄,起垄垄形上底宽度、下底宽度均未达到设计值,与当地甘薯生产农艺要求也略有偏差,其各项指标设计值略加修改达到北京当地生产农艺要求后,可用于大面积平整地块甘薯起垄作业。

参考文献

- [1] 张莉,熊波,高娇,等. 北京市甘薯机械化生产现状及发展建

议[J]. 农业工程, 2013, 3(S2): 6-9.

Zhang Li, Xiong Bo, Gao Jiao, et al. Status quo and development of sweet potato production mechanization in Beijing[J]. Agricultural Engineering, 2013, 3(S2): 6-9.

- [2] 何润兵,王明武,李学斌. 京郊甘薯生产机械化技术分析[J]. 农业机械, 2011(12): 47-48.
- [3] 郑云新. 起垄机选型试验与推广[J]. 现代农业装备, 2008(3): 44-45.
- [4] 郑伯秋,张志国. 北京市密云县甘薯产业发展中的问题与对策[J]. 北京农业, 2009(21): 70-72.
Zheng Boqiu, Zhang Zhiguo. Problems and countermeasures of the sweet potato industry for the development in Miyun, Beijing[J]. Beijing Agriculture, 2009(21): 70-72.
- [5] DB11/T 654—2009 起垄机作业质量[S].

甘薯收获机对比试验

李震¹, 熊波¹, 张莉¹, 窦硕², 李传友¹, 滕飞¹, 王项羽², 王虹²

(1. 北京市农业机械试验鉴定推广站, 北京 100079; 2. 北京市密云区农机化技术推广服务站, 北京 101500)

摘要: 针对京郊甘薯收获环节缺少适宜机具、人工收获劳动强度大、作业效率低等问题, 对引进的 4U-190 型双行甘薯收获机、4U-80 型单行甘薯收获机和 4UF-900 型单行甘薯收获机 3 种机型进行对比试验。通过试验, 筛选出 2 种作业质量符合相关行业标准及京郊甘薯种植农艺要求的甘薯收获机。其中, 4U-80 型单行甘薯收获机工作幅宽为 80 cm, 4UF-900 型单行甘薯收获机作业幅宽为 90 cm, 作业质量基本能够满足要求, 同时作业效率为人工的 60~70 倍, 有效解决了甘薯收获环节的机械化问题, 达到了节本增效的目的。

关键词: 甘薯收获机; 作业质量; 对比试验

中图分类号: S225.7⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-1795(2016)S2-0015-03

Comparison Test of Sweet Potato Harvester

Li Zhen¹, Xiong Bo¹, Zhang Li¹, Dou Shuo², Li Chuanyou¹, Teng Fei¹, Wang Xiangyu², Wang Hong²

(1. Beijing Agricultural Machinery Experiment Appraisal Popularize Station, Beijing 100079, China;

2. Beijing Miyun Agricultural Mechanization Technology Extension Service Station, Beijing 101500, China)

Abstract: According to the fact that less suitable equipment, high labor intensity and low efficiency of manual work during harvest time in Beijing suburbs, contrast tests were taken among 4U-190 double row sweet potato harvester, 4U-80 single row sweet potato harvester and 4UF-900 single row sweet potato harvester. Two kinds of sweet potato harvesters whose harvesting effect matched relevant occupation standard and Beijing suburbs' potato planting agronomic requirements were selected through test. Among them, working breadth of 4U-80 single row sweet potato harvester was 80 cm and that of 4UF-900 single row sweet potato harvester was 90 cm. Their work could satisfy requirements basically and operating efficiency was 60~70 times of manual. These performances solved mechanization problems in harvest process, reduced cost and increased benefit at the same time.

Key words: Sweet potato harvester, Harvesting effect, Contrast test

0 引言

甘薯又称番薯、地瓜、红薯、白薯、山芋和红苕等, 是一种重要的粮食、饲料、轻工业原料及新型能源用原料^[1]。近 10 多年来, 我国甘薯种植面积呈缓慢下降趋势, 已由原来的 670 万 hm^2 下降到 470 万 hm^2 , 现相对稳定, 造成种植面积下降原因除国人膳食结构调整改变外, 甘薯生产机械化技术严重落后也是主要原因之一^[2]。在甘薯种植的众多生产环节中, 其中起垄、移栽、收获是劳动强度大、用工量多的环节, 尤其是收获环节, 其用工量占生产全程的 42% 左右^[3]。

为解决甘薯收获的机械化问题, 国外经历了几个发展阶段, 主要是挖掘犁—简易挖掘铲—小型挖掘机—分段收获机—联合收获机, 而目前我国市场销售的收获机主要以分段收获机为主^[4-5]。

本研究针对目前京郊甘薯收获环节缺少适宜机具的问题, 选用 3 台适宜京郊种植模式的分段式甘薯收获机, 开展对比试验, 通过检测明薯率、伤薯率、作业效率等指标, 明确适宜京郊地区甘薯种植应用的甘薯收获机。

1 试验基本情况

1.1 试验条件

测试时间为 2016 年 10 月 17 日, 地点为北京市粮经创新团队密云综合试验站, 土质为沙壤土, 测试当天土壤含水率为 12%, 符合机具作业要求; 试验设计为机型单因素试验, 参试机具为 4U-190 型双行甘薯收获机、4U-80 型单行甘薯收获机、4UF-900 型单行甘薯收获机 3 种机型, 配套动力均达到设计要求。

1.2 试验方法

试验方法参照农业行业标准 NY/T 648—2015

收稿日期: 2016-11-20 修回日期: 2016-12-14

基金项目: 北京市粮经作物产业创新团队 (项目编号: BAIC09-2016)

作者简介: 李震, 助理工程师, 研究方向: 农机化技术推广。E-mail: azhen0713@163.com

《马铃薯收获机 质量评价技术规范》，主要检测指标为明薯率、漏挖率、埋薯率、伤薯率、破皮率和纯工作小时生产率等指标。试验前，检测当天的土壤状况，并且把机具调整到最佳作业状态。

1.3 试验机具简介

3种机具技术参数如表1所示。3台甘薯收获机均适宜在土壤含水量低于20%条件下作业，且连接方式均为标准后3点悬挂；双行甘薯收获机的配套动力为55 kW (75 hp) 拖拉机，两台单行甘薯收获机配套动力为29 kW (40 hp) 拖拉机；4U-190型双行甘薯收获机工作幅宽为180 cm，4U-80型单行甘薯收获机工作幅宽为80 cm，4UF-900型单行甘薯收获机作业幅宽为

90 cm，挖土深度可根据需要调整。

表1 机具主要技术参数
Tab.1 Main technical parameters of machines

机具型号	动力要求 /kW	工作幅宽 /cm	工作深度 /cm	悬挂方式
4U-80 型单行甘薯收获机	22.4~33.5	80	20~30	悬挂式
4UF-900 型单行甘薯收获机	22.4~33.5	90	20~30	悬挂式
4U-190 双行甘薯收获机	52.2~63.3	180	20~30	悬挂式

2 试验结果与分析

3台甘薯收获机经过两次试验，其作业质量见表2所示。

表2 3种甘薯收获机作业质量
Tab.2 Operation quality of 3 kinds of sweet potato harvesters

机具型号	明薯率/%	漏挖率/%	埋薯率/%	伤薯率/%	破皮率/%	纯工作小时生产率/hm ² ·h ⁻¹
标准要求	≥95			≤5		
人工	97	3	0	13	39	0.003
4U-80 型单行甘薯收获机	95	0	5	5	2	0.23
4UF-900 型单行甘薯收获机	98	0	2	6	11	0.19
4U-190 双行甘薯收获机	86	0	14	10	1	0.52

2.1 作业质量

(1) 由表2可以看出，在明薯率方面，两台单行甘薯收获机均符合相关作业标准要求，明薯率在95%及以上，其中4UF-900型单行甘薯收获机的明薯率为98%，优于人工作业质量，而4U-190型双行甘薯收获机的明薯率仅为86%；但是，与人工作业相比，3台收获机在收薯作业过程中均无漏挖情况出现，仅存在埋薯现象（即薯被机器挖出后，经过振动筛落于地面时又被一同振落的土覆盖），埋薯率分别为5%、2%及14%。

(2) 在伤薯率和破皮率方面，3台甘薯收获机的作业质量均优于人工。其中，4U-80型单行甘薯收获机的伤薯率最低为5%，能够满足相关标准要求，而4UF-900型单行甘薯收获机的伤薯率也略高于标准要求为6%，4U-190型双行甘薯收获机的伤薯率为10%。然而，4U-190型双行甘薯收获机的破皮率仅为1%，为3台机具的最低水平，破皮率最高的为4UF-900型单行甘薯收获机。

(3) 破皮率与明薯率、埋薯率关系如图1所示。通过图1可以看出，3台甘薯收获机的明薯率与破皮率成正相关，埋薯率与破皮率成负相关，即明薯率越高的机具破皮率也越高，而埋薯率越高的机具破皮率越低。分析原因应与收获机的振动筛长度以及机具的行走速度有关：当振动筛长度较短且行走速度慢时，土壤与薯块未完全分离，则明薯率较低、埋薯率较高、破皮率较低；反之，则明薯率较高、埋薯率较低、破皮率较高。

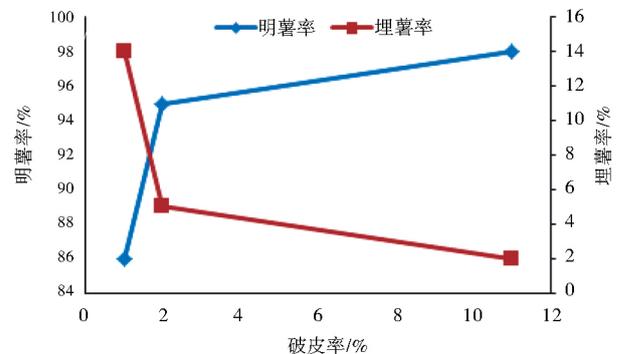


图1 破皮率与明薯率、埋薯率关系

Fig.1 Relationship between broken skin rate, inside potato rate and outside potato rate

2.2 作业效率与作业成本

作业效率方面，4U-80型单行甘薯收获机、4UF-900型单行甘薯收获机、4U-190双行甘薯收获机3台收获机分别在配套动力的慢2挡、慢2挡、B2挡位工作时，纯工作小时生产率为0.19、0.23和0.52 hm²/h，为人工作业效率的60~170倍，远高于人工作业效率，大大减少了人工作业强度。

作业成本方面，以作业质量各指标均达到标准要求的4U-80型单行甘薯收获机为例，远低于人工作业成本，能够节省成本5558元/hm²，具体如表3所示。

3 结论与讨论

3.1 结论

试验结果表明，4U-80型单行甘薯收获机的各项作业指标均能达到标准要求，同时4UF-900型单行甘

表3 人机作业成本比较
Tab.3 Artificial and mechanical operation cost comparison

处理	生产效率/ $\text{hm}^2 \cdot \text{h}^{-1}$	作业成本/元 $\cdot \text{hm}^{-2}$				合计
		机具折旧	机油(柴油、附油)	人工	其他	
人工对比	0.003	0	0	6 000	0	6 000
4U-80 型单行甘薯收获机	0.190	100	42	150	150	442

薯收获机也基本满足相关作业要求,虽然伤薯率略高于相关标准,但明薯率却是3台机器中的最高水平。因此,两台单行甘薯收获机均可以在京郊地区使用,而且作业效率较高、作业成本较低,能够显著提高劳动生产率,降低作业成本,增加农民收入。

3.2 讨论

(1) 作业环境是必须考虑的重要因素之一,不同地形、土壤和天气状况对机具的作业效果影响较大,即在沙土中是作业效果优于壤土、黏土的作业效果,且土壤含水率越高越不利于机械收获^[4]。因此,目前的甘薯收获机适宜在京郊沙土及沙壤土中作业。

(2) 由于目前尚无甘薯收获机作业质量评价规范与相关标准,试验方法与指标标准主要参照马铃薯相关标准。虽然甘薯在外观、性状以及生长方式等方面与马铃薯相似,但两者还是有区别,同时马铃薯收获机相对成熟,作业标准相对较高,故认为4UF-900型单行甘薯收获机也基本符合要求^[6]。

(3) 专家及薯农认为甘薯破皮后不易贮藏,但对破皮的概念又无统一标准。在此次试验中,对于破皮率的统计依据仅为在当地薯农的农艺标准。

参考文献

[1] 赵大为,高占文. 国内外甘薯茎叶处理收获机的发展研究[J].

农业科技与装备,2012(6): 19-20.

Zhao Dawei, Gao Zhanwen. Research on the development in the sweet potato stem leaves treatment and harvesting machines at home and abroad[J]. Agricultural Science & Technology and Equipment, 2012(6): 19-20.

[2] 马代夫. 中国甘薯产业的发展[J]. 淀粉与淀粉糖,2010(2): 1-3.

[3] 胡良龙,胡志超,谢一芝,等. 我国甘薯生产机械化技术路线研究[J]. 中国农机化学报,2011(6): 20-25.

Hu Lianglong, Hu Zhichao, Xie Yizhi, et al. Study on the route of mechanization of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) production technology in China[J]. Chinese Agricultural Mechanization, 2011(6): 20-25.

[4] 赵大为,高占文. 甘薯茎叶处理收获机的发展动态[J]. 农产品加工·综合刊,2013(4): 8.

[5] 刘丽敏,徐锦大,黄赟,等. 丘陵山地甘薯收获机的研制及机收品种筛选[J]. 湖北农业科学,2014,53(15): 3 647-3 649.

Liu Limin, Xu Jinda, Huang Yun, et al. Development and varieties screening of sweet potato harvester in hilly region[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2014, 53(15): 3 647-3 649.

[6] 张子瑞,刘贵明,李禹红. 国内外甘薯收获机械发展概况[J]. 农业工程,2015,5(3): 13-15.

Zhang Zirui, Liu Guiming, Li Yuhong. Development situation of sweet potato harvester at home and abroad[J]. Agricultural Engineering, 2015, 5(3): 13-15.

(上接第35页)

[3] 宋樱. 激光平地机械化技术[N]. 中国农机化导报,2013-10-21(020).

[4] 刘范仲. 我国激光控制土地精细平整设备的推广应用[J]. 河北农机,2014(1): 28-29.

[5] 周志艳,臧英,罗锡文,等. 中国农业航空植保产业技术创新

发展战略[J]. 农业工程学报,2013,29(24): 1-10.

Zhou Zhiyan, Zang Ying, Luo Xiwen, et al. Technology innovation development strategy on agricultural aviation industry for plant protection in China[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2013, 29(24): 1-10.

甘薯移栽机适应性试验

滕飞¹, 张莉¹, 熊波¹, 高娇¹, 窦硕², 李震¹, 王项羽², 李传友¹

(1. 北京市农业机械试验鉴定推广站, 北京 100079; 2. 北京市密云区农机化技术推广服务站, 北京 101500)

摘要: 针对京郊甘薯移栽环节缺乏适用机具的问题, 对引进的 2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业机开展适应性试验, 探究其在京郊甘薯起垄移栽环节的适应性及对人工作业的可替代性。测试表明: 2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业机的各项作业指标均能达到标准要求, 适宜在京郊甘薯不覆膜种植区域使用。

关键词: 甘薯移栽机; 适应性; 作业质量

中图分类号: S233.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-1795(2016)S2-0013-02

Adaptability Test of Sweet Potato Transplanter

Teng Fei¹, Zhang Li¹, Xiong Bo¹, Gao Jiao¹, Dou Shuo², Li Zhen¹, Wang Xiangyu², Li Chuanyou¹

(1. Beijing Agricultural Machinery Experiment Appraisal Popularize Station, Beijing 100079, China;

2. Beijing Miyun Agricultural Mechanization Technology Extension Service Station, Beijing 101500, China)

Abstract: Adaptability test was taken on the introduced 2CGF-2 sweet potato ridging compound transplanter for the lack of suitable machine during transplanting process in Beijing suburbs. Adaptability of this machine during ridging transplanting process and alternative possibility to manual work were explored. Test showed that all the operating indicators of 2CGF-2 sweet potato ridging compound transplanter could meet standard requirements, and it could be equipped in no-filmed sweet potato planting area in Beijing suburbs.

Key words: Sweet potato transplanter, Adaptability, Operation quality

0 引言

甘薯属旋花科甘薯属, 是一年生或多年生蔓生草本, 又名山芋、番薯、红薯、白薯、地瓜和红苕等, 不同地区称谓各异^[1]。随着人们生活水平的提高, 甘薯以其独特的营养保健功效深受市民欢迎, 但北京市甘薯生产机械化技术相对落后, 生产各环节的作业机具专用化、高效化和系列化程度较低, 不仅落后于玉米、小麦等粮食作物, 亦落后于马铃薯、花生等地下果实作物, 其耕种收综合机械化指数距离北京市平均水平尚有较大差距^[2]。其中, 移栽环节又最为复杂, 由于甘薯苗的大小、叶片、入土方式、浇水和覆膜等多样性, 使机具的适应性受影响很大, 机械化移栽机具的研发和推广受到较大制约^[3]。

针对目前京郊甘薯移栽环节缺少适宜机具的问题, 本研究主要对引进的 2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业机开展适应性试验, 明确其在京郊甘薯起垄移栽环节的适应性, 及对人工作业的可替代性。

1 试验基本情况

1.1 试验条件与方法

(1) 测试时间: 2016年5月9日。

(2) 测试地点: 北京市粮经作物创新团队密云综合试验站。

(3) 测试方法: 参照 NY/T 1924—2010《油菜移栽机质量评价技术规范》。

(4) 测试指标: 秧苗高度、土壤含水率、土壤紧实度; 埋苗率、伤苗率、漏栽率、株距变异系数、栽植深度合格率; 生产效率、栽植频率等。

1.2 试验机具简介

本试验的参试机型为 2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业机(图 1), 它是甘薯国家产业技术体系农机岗位专家联合南通富来威公司共同研制的甘薯移栽专用机械, 栽植器型式为链夹式移栽机, 可实现起垄、移栽、灌溉复式作业, 既可以解决人工移栽作业强度大, 作业效率低的问题, 起垄、移栽、灌溉复式作业又可减少机具进地次数, 有效提高生产效率。2CGF-2 型甘

收稿日期: 2016-11-02 修回日期: 2016-12-17

基金项目: 北京市粮经作物产业创新团队(项目编号: BAIC09-2016)

作者简介: 滕飞, 硕士, 助理工程师, 研究方向: 农业机械技术推广。E-mail: 493861676@163.com

薯移栽起垄复式作业机作业行数为 2 行, 需要 4 人随机器摆苗并辅助加苗, 机手 1 人, 共计 5 人作业。



图 1 2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业机

Fig. 1 2CGF-2 sweet potato ridging compound transplanter

移栽机的具体参数如表 1 所示。

表 1 移栽机具体技术参数

Tab. 1 Main technical parameters of machines

项目	内容
机具名称	2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业机
配套拖拉机功率/kW	>51
外形尺寸(长×宽×高)/mm ³	2 920×2 200×1 305
行数	2
作业幅宽/m	1.6~1.8
垄距/cm	80~90(可调)
垄高/cm	23 左右
株距/cm	22~35, 7 个挡可调
栽植深度/mm	22、24、27、29、31、33 和 35
栽植频率/株·(分·人·行) ⁻¹	40~100
操作人数	>35
施肥、浇水	3~5
装置(选配)	施肥量/kg·hm ⁻² 0~180(可调)
苗高/cm	条施(500 L)
耕地要求	浇水装置
	25~30
	已耕地, 含水量≤25%, 最大块≤3 cm

2 试验结果与分析

2.1 作业条件

试验当天土壤状况和薯苗状况如表 2 所示, 薯苗的平均自然高度为 25.2 cm, 符合机具作业对苗高的要求; 甘薯移栽前开展旋耕作业, 使土壤疏松细碎; 作业当天土壤含水率为 12.1%, 适宜机具作业。

表 2 作业条件检测结果

Tab. 2 Operating condition test results

薯苗平均高度/cm	土壤状况		
	土质	土壤含水率/%	土壤紧实度
25.2	沙壤土	12.1	疏松细碎

2.2 作业质量

由表 3 可知, 2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业

机在作业速度为 13.3 m/min 的情况下, 作业效率为 0.1 hm²/h, 栽植频率为 46.61 株/(min·行), 达到标准要求; 反映作业质量的几个主要指标, 如埋苗率、伤苗率、漏栽率分别为 0.7%、0.9%、4.8%, 均达到标准要求; 株距变异系数为 8%, 栽植深度合格率为 95%, 均达到标准要求。

表 3 移栽机作业质量试验结果

Tab. 3 Experimental results of transplanter

项目名称	标准	实测值
作业效率/hm ² ·h ⁻¹	—	0.1
作业速度/m·min ⁻¹	—	13.3
栽植频率/株·(min·行) ⁻¹	≥35	46.61
埋苗率/%	≤4	0.7
伤苗率/%	≤3	0.9
漏栽率/%	≤5	4.8
成活率/%	—	100
株距变异系数/%	≤20	8
栽植深度合格率/%	≥75	95

经检测, 薯苗移栽基本可实现船底型, 如图 2 所示, 能够符合京郊薯苗移栽农艺要求。



图 2 移栽后的薯苗形态

Fig. 2 Potato seedlings' appearance after transplanted

3 结论与讨论

3.1 结论

试验结果表明, 2CGF-2 型甘薯移栽起垄复式作业机的各项作业指标均能达到标准要求, 适宜在京郊甘薯不覆膜种植区域使用。同时, 该移栽机可一次性实现起垄、移栽、灌溉复式作业, 作业效率较人工有明显调高, 减少劳动力投入, 降低甘薯种植成本。

3.2 讨论

(1) 在试验过程中发现, 该移栽机在灌溉作业时, 会出现被移栽插入土中的薯苗被带出现象, 针对此问题, 还需要查找原因, 进一步完善机具的作业质量。

(下转第 29 页)

质消耗为传统的池塘分散养殖方式, 该方式养殖密度低, 污染物不易清除, 标准化、规模化程度低, 机械化水平低, 捕捞困难, 增氧效果差, 鱼品质差。

5 加快北京市渔业机械化发展的建议

5.1 调结构、补短板, 提升渔业机械化水平

通过农业机械购置补贴政策调动养殖户使用新设备的积极性, 引导养殖户使用起捕机械和清淤机械, 提高起捕机械、清淤机械在渔业机械中所占比例, 补齐渔业机械化发展短板, 使渔业机械实现同步发展, 不断提升渔业机械化水平。

5.2 强研究、促自动, 提升渔业现代化水平

鼓励农机生产企业和科研院所联合, 开展新产品的创新研究, 加强新型增氧机和投饵机调查研究, 通过试验自动增氧机、自动投饵机, 减轻工人劳动强度, 提高设备增氧及时性, 实现自动化。加强示范宣传, 促进自动化运行技术的推广。加强起捕机械、清淤机械装备调查研究, 促进渔业全程机械化, 提升渔业现代化水平。

5.3 强融合、促发展, 提升渔业安全水平

加强农业机械与水产养殖、渔政监督、技术推广、行业管理部门的深度融合, 共同探讨养殖工艺, 不断提高融合度, 引导养殖户由传统池塘分散养殖向

池塘集约化养殖转型。提高养殖密度, 提高增氧效率, 提高投饵准确性, 共同推进养殖新工艺。减少饲料污染, 实现排污机械化, 减少鱼体病害发生, 减少鱼药用量, 促进渔业健康发展, 提高渔业安全水平。

参考文献

- [1] 黄一心, 徐皓, 刘晔. 我国渔业装备科技发展研究[J]. 渔业现代化, 2015, 42(4): 68-74.
Huang Yixin, Xu Hao, Liu Huang. Research on the development of fishery equipment technology in China [J]. Fishery Modernization, 2015, 42(4): 68-74.
- [2] 刘晓明, 闫子双. 北京市水产养殖机械化现状分析及发展探讨[J]. 农业机械, 2016(5): 123-125.
- [3] 徐皓. 我国渔业机械化之发展与展望[EB/OL]. 2011(2011-03-06). <https://wenku.baidu.com/view/075b91cea1c7aa00b52acb23.html>.
- [4] 李明. 浙江省水产养殖机械化现状及机械装备需求[J]. 农业工程, 2016, 6(1): 1-4.
Li Ming. Current situation of mechanization production and requirement of mechanized equipments about aquaculture industry in Zhejiang province [J]. Agricultural Engineering, 2016, 6(1): 1-4.
- [5] 农业部渔业渔政管理局. 2014年中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2014.

(上接第14页)

(2) 此机型属于半自动机械移栽机, 还需要采用人工分苗、喂苗, 所以其生产效率整体还不高。应农机农艺相融合, 培育如马铃薯一样的能直播的甘薯品种或研发利于快速分苗的育苗技术, 以提高甘薯的移栽效率, 为发展全自动甘薯移栽机提供基础^[4-5]。

参考文献

- [1] 何伟忠, 木泰华. 我国甘薯加工业的发展现状概述[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(11): 176-180.
He Weizhong, Mu Taihua. The current status of Chinese sweet potato processing technologies [J]. Food Research and Development, 2006, 27(11): 176-180.
- [2] 高娇, 张莉, 李小龙, 等. 甘薯起垄机适应性试验与分析[J]. 农业工程, 2014, 4(S2): 4-5, 8.

- Gao Jiao, Zhang Li, Li Xiaolong, et al. Experiment and analysis of adaptability for sweet potato ridger [J]. Agricultural Engineering, 2014, 4(S2): 4-5, 8.
- [3] 张莉, 熊波, 高娇, 等. 北京市甘薯机械化生产现状及发展建议[J]. 农业工程, 2013, 3(S2): 6-9.
Zhang Li, Xiong Bo, Gao Jiao, et al. Status quo and development of sweet potato production mechanization in Beijing [J]. Agricultural Engineering, 2013, 3(S2): 6-9.
- [4] 胡良龙, 计福来, 王冰, 等. 国内甘薯机械移栽技术发展动态[J]. 中国农机化学报, 2015, 36(3): 289-291.
Hu Lianglong, Ji Fulai, Wang Bing, et al. Latest developments of sweet potato mechanical transplanting in China [J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2015, 36(3): 289-291.
- [5] 李洪民. 国内外甘薯机械化产业发展现状[J]. 江苏农机化, 2010(2): 40-42.