

4DLB-2 型大蒜联合收获机作业性能测试与分析

于向涛 胡志超* 胡良龙 彭宝良

(农业部 南京农业机械化研究所,南京 210014)

摘要 针对我国大蒜主产区种植特点研制的 4DLB-2 型半喂入自走式大蒜联合收获机,在国内同类机型中技术水平较为先进。为进一步掌握该机性能,在已有试验基础上对该机的田间收获性能进行测试,测试不同作业速度、种植模式下的生产率、损失率、含土率、伤蒜率、留梗长度等主要技术指标,考核该机的田间作业效果,并对测试数据进行了分析。结果表明:该机生产率为 0.13~0.21 hm²/h,大蒜损失率 1.1%~2.3%,含土率 1.3%~1.5%,伤蒜率 1.7%~2.2%,蒜头留梗长度 31.9~43.6 mm,各项性能指标均达到设计要求。

关键词 大蒜;联合收获机;种植模式;性能测试

中图分类号 S 225.7

文章编号 1007-4333(2013)04-0183-05

文献标志码 A

Working performance test and analysis on 4DLB-2 garlic combine harvester

YU Xiang-tao, HU Zhi-chao*, HU Liang-long, PENG Bao-liang

(Nanjing Research Institute for Agricultural Mechanization, Ministry of Agriculture, Nanjing 210014, China)

Abstract 4DLB-2 half-feed and self-propelled garlic combine harvester was developed according to the garlic cultivation characteristics of garlic main production area in China. The field test was taken for the performance verification. The machine's key performance indicators were tested in different operating speeds and cropping patterns including productivity, garlic loss rate, soil-content rate, garlic injury rate, garlic obvious rate, etc. The test analysis showed the productivity was 0.13 - 0.21 hm²/h, garlic loss rate was 1.1% - 2.3%, soil content rate was 1.3% - 1.5%, garlic injury rate was 1.7% - 2.2%, and garlic stalk staying length was 31.9 - 43.6 mm. The data stated the combine harvester had reached the design requirements.

Key words garlic; combine harvester; planting mode; performance test; analysis

随着我国农业机械的迅猛发展,大蒜收获机械化已成为我国农业机械化研发重点之一。国内已经研发出了一些大蒜收获机,如中国农业大学与河南省开封市新科农用机械厂联合研制的 4HSHW-1400 型大蒜收获机^[1],青岛农业大学机电工程学院与山东省鱼台县强进大蒜挖掘机厂联合研制的 4S-6 型大蒜收获机^[2-4],徐州市农机技术推广站和江苏省农机具开发应用中心联合研发的 4S-60/85 大蒜收获机。

总体而言,我国大蒜收获技术装备的研发尚处于起步阶段,多数设备仍处在样机试验和中试阶段,作业效率、作业质量、适应性和可靠性、经济性能等还需提升^[5-7],缺乏定型、损伤率低、效率高、适应性强的收获装备^[8-11]。农业部南京农业机械化研究所全面调研分析我国大蒜生产实际需求和系统消化吸收国内外大蒜先进收获技术经验的基础上,与江苏泰州宇成动力集团有限公司成功研制出 4DLB-2 型自走式大蒜联合收获机,并摸索出了与机械化联

收稿日期:2012-09-29

基金项目:2009 年国家公益性行业(农业)科研专项经费项目(200903053)

第一作者:于向涛,助理研究员,硕士,主要从事农业机械设计研究,E-mail:hbyuxiangtao@163.com

通讯作者:胡志超,研究员,主要从事农业机械设计及农产品加工技术装备研究,E-mail:zchu369@163.com

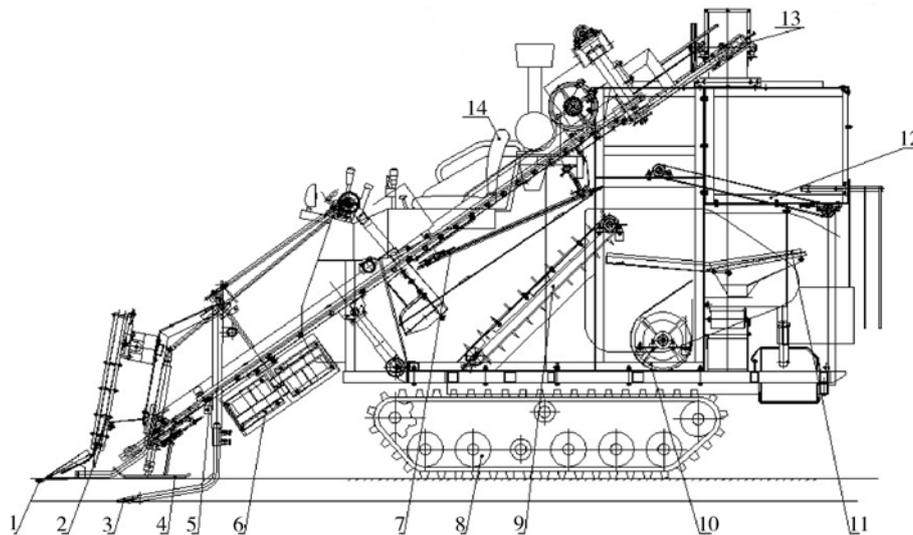
合收获相适应的宽窄行高效种植模式。

本试验通过考核宽窄行种植模式下大蒜联合收获机作业顺畅性、适应性、可靠性等性能,为4DLB-2型自走式大蒜联合收获机的进一步优化提升提供依据;通过评估宽窄行种植模式与传统种植模式的综合经济性能,为进一步研究优化适宜于机械化收获的种植模式提供参考。

1 整机结构与工作原理

4DLB-2型自走式大蒜联合收获机由行走底盘、分禾器、扶禾器、挖掘铲、限深板、夹持输送机构、清土机构、对齐切秧机构、清选机构、排秧机构、集果机构、操作台等部分构成,整体结构如图1所示。机器长4.5 m,宽2 m,高2.5 m,动力采用490柴油发动机,最大功率30.9 kW,挖掘深度可调,最大150 mm,作业幅宽400 mm,可调^[12]。行走底盘采用

450型半喂入稻麦联合收割机橡胶履带底盘,履带中心距950 mm,接地长度1 230 mm,履带宽400 mm,节距90 mm,45节。变速系统由变速箱和液压无极变速器组成,每档均可实现无极变速和倒档。收获台采用液压升降,稳定可靠。机器作业时,分禾器和扶禾器将作业幅宽内的蒜秧与未割区的蒜秧分开并扶正,同时挖掘铲将大蒜主根铲断并松土,限深板限制挖掘铲深度,并起标杆作用。植株在夹持输送过程中由其前部的拍土板拍落根部的大部分泥土,并由夹持链夹持进入对齐切秧装置,依次排列、对齐,在果秧分离段的锯齿圆盘刀把蒜秧根部蒜头与蒜秧割断。蒜头落入下方的刮板输送带并被送入下方配有风机的振动清选筛上进行清选,清选完毕的蒜头经过振动筛尾部的软面盖板落入下方的集果箱装箱。与此同时,切下的蒜秧经秧蔓抛送链并经导栅排出机体,成条铺放在已收区地面^[13]。



1. 分禾器;2. 扶禾器;3. 挖掘铲;4. 限深板;5. 夹持输送机构;6. 清土机构;7. 对齐切秧机构;8. 底盘行走机构;9. 刮板输送带;10. 风机;11. 清选筛;12. 秧蔓输送带;13. 秧蔓抛送链;14. 操作台。

1. Divider; 2. Lifter; 3. Digging shovel; 4. Depth control runner; 5. Holding and carrying mechanism; 6. Beating soils mechanism; 7. Alignment cutting mechanism; 8. Chassis walk mechanism; 9. Scraper belt; 10. Fan; 11. Dressing sieve; 12. Seedling vine conveyor belt; 13. Seedling vine throwing chain; 14. Operation platform.

图1 4DLB-2型大蒜联合收获机

Fig. 1 4DLB-2 garlic combine harvester

2 田间收获作业性能测试

2.1 测试条件

试验于2012-05在江苏省射阳县耦耕镇友爱村

进行,大蒜品种为收获期直立性较好的黑龙蒜。测试田块土质类型为沙壤土,未铺薄膜,面积 >1.5 hm^2 ,坡度 $<10^\circ$ 。大蒜种植模式为适合机械化收获的2种宽窄行模式,即 $200\text{ mm}\times 400\text{ mm}$ 和 200

mm×500 mm。

2.2 测试方法

2.2.1 测试设备及仪器

农业部南京农业机械化研究所与江苏泰州宇成动力集团有限公司联合研制的4DLB-2型半喂入自走式大蒜联合收获机1台,杭州托普仪器有限公司生产的TZS-I土壤水分测量仪1台,南京晓晓仪器设备有限公司生产的TE-3土壤硬度仪1台。

2.2.2 测试过程

1)大蒜生长特性及土壤状况测试。对2种适宜于机械化收获的大蒜种植模式和当地传统种植模式的土壤状况和大蒜生长状况进行测试,主要测试100~150 mm处土壤容积含水率和土壤硬度,大蒜株距、株高、宽窄行行距、大蒜入土深度、假茎直径、横茎直径、鳞茎直径、鳞茎高度等,对测试数据进行对比分析。

2)整机作业性能测试。整机作业效果主要测试评价指标为伤蒜率、损失率、含土率、生产率。

机具作业速度采用I档0.58 m/s和II档0.82 m/s。在2种植模式的试验田中分别随机选取2个测试区,测试区长度为30 m,宽度10 m。机器在每个测试区作业1个行程,用秒表记录时间,收集测试区内集果箱中的大蒜头,用人工方法挖出埋蒜和漏挖蒜,捡起漏拾蒜,分别称重;再从中挑出所有被机械挖伤、碰伤、切伤的蒜头,分别称重。损失率 T_1 、伤蒜率 T_2 、含土率 T_3 、生产率 P 等各项指标计算如下^[1,14]。

$$T_1 = (W_1/W) \times 100\% \quad (1)$$

$$T_2 = (W_2/W_4) \times 100\% \quad (2)$$

$$T_3 = [W_3/(W_3 + W_4)] \times 100\% \quad (3)$$

$$P = (LP/10\ 000)/(T/3\ 600) = 0.36LH/T \quad (4)$$

$$W_1 = W_5 + W_6 + W_7$$

$$W = W_5 + W_6 + W_7 + W_4$$

式中: W_1 为测试区损失蒜质量,kg; W 为测试区大蒜总质量,kg; W_2 为测试区被收获机损伤的集果箱中蒜头质量,kg; W_3 为测试区集果箱中泥土质量,kg; W_4 为测试区集果箱中大蒜质量,kg; W_5 为测试区埋蒜质量,kg; W_6 为测试区漏挖蒜质量,kg; W_7 为测试区漏拾蒜质量,kg; T 为样机通过生产率测定区所用时间,s; L 为生产率测试区长度,m; H 为

生产率测试区作业幅宽,m。

3)工作部件性能测试。分禾器、扶禾器和挖掘铲性能测试。分禾器、扶禾器和挖掘铲是4DLB-2型半喂入自走式大蒜联合收获机的关键部件,其工作性能的好坏直接影响到后续作业和整机作业效果^[15]。

分禾器的作用是把未割区的大蒜与作业幅宽内的大蒜分离开来,防止缠绕在一起,影响挖掘^[16]。扶禾器的作用是把倒伏的大蒜扶正,并把作业幅宽内的大蒜拨向夹持链使之顺利夹持。挖掘铲的作业性能受调试深度和土壤墒情的影响较大。挖掘太浅易铲断大蒜,太深则增加整机消耗率并可能损坏机具。土壤的墒情对挖掘铲的作业性能影响也较大,土壤干燥板结会使挖掘耗功大大提高。

对齐切秧机构测试。对齐切秧机构作业效果的好坏直接影响到大蒜的外观和收获效果。4DLB-2型自走式大蒜联合收获机的对齐切秧机构采用了国内领先的猪鬃、链条组合结构,对齐切秧柔顺性和可靠性更强。其作业效果主要受大蒜生长状况、大蒜排列状况、夹持位置和喂入量大小等因素影响。分别对不同条件下测试区收获的大蒜随机抽取50个测量留梗长度,留梗长度测量从大蒜花茎或假茎至鳞茎(蒜头)顶端,机具的设定留梗长度为40 mm。对齐切秧机构的工作效果如图2所示,可知大蒜切秧机构工作平稳,蒜秧夹持整齐,切割顺畅。



图2 对齐切秧机构工作效果

Fig. 2 The alignment cutter

2.3 测试结果与分析

2.3.1 大蒜生长特性及土壤状况

对2种适宜于机械化收获的大蒜种植模式和当地传统种植模式的土壤状况和大蒜生长状况进行测试,结果见表1:与传统种植模式相比,2种适宜机械化种植模式的大蒜长势较好,而模式2的优势更加突出。分析原因是,采用模式1和模式2大蒜适度稀植,更能获得充足的阳光和水分养料。综合对比

表1 大蒜生长特性及土壤状况

Table 1 Garlic growth characteristics and soil conditions

参数 Parameters	模式1 Pattern 1	模式2 Pattern 2	传统模式 Traditional pattern
株距/mm Plant spacing	97	102	96
株高/mm Plant height	472	480	415
窄行距/mm Narrow spacing	197	198	200/200/200
宽行距/mm Wide row planting	402	501	500
蒜头入土深度/mm Depth of diving for garlic bulb	0~10	0~10	0~10
假茎直径/mm Diameter of pseudo-stem	17	18	14
横茎直径/mm Cross diameter	44	46	38
鳞茎高度/mm Bulb height	41	41	39
100~150 mm处土壤容积含水率/% Soil volume water rate of 100~150 mm	40	41	40
100~150 mm处土壤硬度/(kN/cm ²) Soil hardness of 100~150 mm	0.17	0.16	0.16
产量/(kg/hm ²) Yield	13 507.5	12 778.5	113 25.0

3种植模式可知,模式1更能充分利用养分和阳光等自然条件,且又不造成资源浪费,因此单产最高。

2.3.2 大蒜联合收获机整机测试结果及分析

对大蒜联合收获机整机进行测试,整理计算数据,测试结果见表2。可知,由于机具设计科学合理、行走平稳,大蒜长势良好、直立,用2档对2种不同的种植模式进行收获试验,伤蒜率、损失率、含土率、生产率各项指标均已达到了设计要求,其生产率

是人工的30倍以上。

收获机履带中心距950 mm,接地长度1 230 mm,履带宽400 mm。这与所用的种植模式200 mm×400 mm、200 mm×500 mm相匹配,其中一条履带在已割区行走,另一条在宽行行走,履带未压蒜。而收获机割台部分两拨禾指之间的距离在400 mm左右,可将大蒜秧蔓顺利拨向夹持链进行夹持,也未出现漏挖蒜现象。由于种植模式的不同,模式

表2 大蒜联合收获机测试结果

Table 2 Test result of garlic bulb combine harvester

种植模式 Cropping pattern	作业档位 Operation gear	伤蒜率/% Garlic injury rate	损失率/% Garlic loss rate	含土率/% Soil content rate	生产率/(hm ² /h) Productivity
模式1 Pattern one	I档 Gear I	1.8	1.1	1.5	0.13
	II档 Gear II	2.2	2.1	1.3	0.15
模式2 Pattern two	I档 Gear I	1.7	1.2	1.4	0.17
	II档 Gear II	2.1	2.3	1.5	0.21

注: I档,机器作业速度为0.58 m/s, II档0.82 m/s。下表同。

Notes: Gear I, equipment operation speed is 0.58 m/s, gear II is 0.82 m/s. The same as in the following table.

2的生产率大于模式1。

2.3.3 大蒜留梗长度统计结果及分析

对机器切割下的蒜头测量留梗长度,测试结果

见表3。对比分析可以得出,由于大蒜长势良好,机具设计合理,特别是对齐切秧机构新颖科学的设计,大蒜留梗整齐、长度一致,达到了设计要求。

表3 大蒜留梗长度统计结果

Table 3 Statistics of the remained garlic stem length

mm				
模式 Pattern	档位 Gear	最大值 Maximum	最小值 Minimum	均值 Mean
模式1 Pattern 1	I档 Gear I	43.0	32.1	40.2
	II档 Gear II	43.1	32.6	40.3
模式2 Pattern 2	I档 Gear I	42.9	33.8	40.4
	II档 Gear II	43.6	31.9	40.1

3 讨论

3.1 影响大蒜收获性能的主要因素

1) 种植模式。试验中采用和4DLB-2型自走式大蒜联合收获机相匹配的种植模式,收获机田间行走不压蒜,分禾器可顺利将割幅内的大蒜与未收大蒜分开,拨禾器将大蒜拨向夹持输送机构顺利夹持输送和切秧收获。而江苏省射阳县当地大蒜传统行距种植模式为200 mm×200 mm×200 mm×500 mm,机具田间行走有压蒜现象,拨禾指也无法将3行蒜全部顺利拨向夹持链,使收获无法顺利进行。种植模式是机具生产率的重要影响因素。同样档位下,机具在采用模式2的田块中生产率更高。

2) 大蒜品种及长势。本试验采用的是收获期直立性较好的黑龙蒜品种,拨起、分禾、拨禾、夹持输送、对齐切割等作业工序顺畅,植株也不易被拉断,蒜头不易损伤。若大蒜品种属于成熟期倒伏的品种,如徐州白蒜,拨禾指无法将大蒜秧拨向夹持输送链,大蒜无法有效夹持提起,造成漏挖、压蒜、铲断蒜头等,夹持起来的大蒜也因夹持位置无法统一,在后续作业中易与机具发生摩擦、碰撞,影响收获质量。

3) 土壤状况的影响。土壤土质为砂壤土或者其他松软土质,利于收获的顺利进行。土壤含水率对收获影响也较大。含水率过高,大蒜粘土太多,对后续清选作业不利,且使机具行走功率增加。若含水率过低,则土壤板结,挖掘铲挖掘耗功增加,且易造成蒜秧拉断现象。另外,农膜对机具的缠绕严重影响大蒜收获。此次试验土质为沙壤土,含水率在40%左右,100~150 mm处土壤坚实度0.17 kN/cm²,未铺薄膜,因此收获较顺畅。大蒜在夹持输送、拍土板拍土、后续清土等工序之后大蒜含土率很低,控制在1.5%以下。

4) 作业速度对机具作业性能的影响。机具作业速度直接影响到喂入量大小,但当速度较高时,由于

喂入量较大,大蒜容易在夹持链喂入口、对齐切秧机构入口和抛秧装置造成堵塞。同时,由于大蒜互相拥挤,易造成伤蒜和蒜秧切割不齐甚至漏切。试验中当把机具作业速度提高到0.82 m/s以上时,机具出现了明显的漏收、拥堵现象。因此,作业时应选择适宜的作业速度,以保证作业顺畅。

3.2 目前机具和种植模式存在的不足

1) 4DLB-2型自走式大蒜联合收获机无法实现切须根功能,需要人工对大蒜进行切须根作业。

2) 该机型没有大型蒜仓,需设计和加装大蒜仓。

3) 本次试验中,试验田未与其他作物套作,而大蒜主产区大蒜多与其他作物套作,机具下地困难,这与机械化收获作业产生了一定矛盾,需要在农机和农艺结合方面进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 刘建军,宋建农,王继承.大蒜收获机振动分离装置的运动学分析[J].湖南农业大学学报:自然科学报版,2006,32(5):536-539
- [2] 刘德然,王循进,王雨生,等.4S-6型大蒜收获机性能参数试验与分析[J].青岛农业大学学报:自然科学版,2010,27(1):81-83
- [3] 荐世春,王小瑜,马继春,等.我国大蒜机械化收获技术研究现状[J].农业装备与车辆工程,2012,50(4):14-17
- [4] 刘德然,王延耀,王循进,等.4S-6型大蒜收获机的研制开发[J].农机化研究,2010(4):96-98
- [5] 胡志超,吴峰,王海鸥,等.国内外大蒜收获机械现状[J].农业机械,2007(12):47-49
- [6] 邢立冉,李汝莘,王铁新,等.分置式大蒜收获机设计与仿真[J].农业机械学报,2012,43(Z1):137-140,111
- [7] 于昭阳,胡志超,胡继红,等.大蒜收获机械研发现状及作业质量影响因素[J].中国农机化,2012(5):65,68-71
- [8] 胡志超,王海鸥,吴峰,等.美国大蒜机械化生产与加工概况[J].安徽农业科学,2007,35(13):4056-4061
- [9] 金磊.大蒜种植机械设计[D].北京:中国农业大学,2007
- [10] 蒯杰,卢泽民,饶勇.分段式大蒜收获机械研究进展[J].中国农机化,2012(1):100-103
- [11] 张会娟,胡志超,吴峰,等.我国大蒜机械化种植与收获概况[J].江苏农业科学,2010(3):460-461
- [12] 胡志超,彭宝良,尹文庆,等.4LH2型半喂入自走式花生联合收获机的研制[J].农业工程学报,2008,24(3):148-153
- [13] 胡志超,彭宝良,尹文庆,等.多功能根茎类作物联合收获机设计与试验[J].农业机械学报,2008,39(8):58-61
- [14] 卢泽民,蒯杰,饶勇.分段式大蒜收获机收获试验研究[J].农业装备与车辆工程,2011,(1):28-31
- [15] 彭宝良,吕小莲,王海鸥,等.半喂入自走式大蒜联合收获机[J].农业机械学报,2011,42(Z1):138-141,146
- [16] 吕小莲,彭宝良,于向涛,等.大蒜联合收获机田间作业性能测试[J].扬州大学学报:农业与生命科学版,2012,33(1):77-80

责任编辑:刘迎春