

郭燕云, 李新建, 李战超, 等. 棉花苗期风沙危害指标试验[J]. 农业工程, 2022, 12(7): 56-60. DOI: 10.19998/j.cnki.2095-1795.2022.07.011. GUO Yanyun, LI Xinjian, LI Zhanchao, et al. Experiment on indexes of sandstorm hazard in cotton seedling stage[J]. Agricultural Engineering, 2022, 12(7): 56-60.

棉花苗期风沙危害指标试验

郭燕云¹, 李新建¹, 李战超¹, 刘纪疆¹, 蔡芸瞳²

(1. 新疆兴农网信息中心, 新疆维吾尔自治区农业气象台, 新疆 乌鲁木齐 830002;
2. 乌鲁木齐市气象局, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘要: 风沙危害对棉花苗期生长的影响及其定量指标的构建对于评估风沙灾害对棉花产量的影响具有重要的指导意义。通过不同风速、风向、持续时间的风沙模拟试验, 开展风沙灾害对棉花生长的危害程度研究, 得到棉花苗期(1真叶到5真叶)风沙危害的指标。结果表明: 从1真叶至3真叶, 棉苗抗风沙能力随生长进程的推进不断增强, 苗期的棉花幼苗对风沙的抵抗能力在5真叶期发生突变; 风沙对棉花苗期的影响划分为3个阶段, 8~14 m/s为影响增长阶段, 14~17 m/s为影响严重阶段, >17 m/s为损毁阶段。实际生产过程中可根据具体天气预报, 结合棉花苗期风沙危害指标, 采取适当的风沙天气预防措施。

关键词: 风沙; 棉花; 苗期; 模拟试验; 危害指标

中图分类号: S562 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-1795(2022)07-0056-05

DOI: 10.19998/j.cnki.2095-1795.2022.07.011

Experiment on Indexes of Sandstorm Hazard in Cotton Seedling Stage

GUO Yanyun¹, LI Xinjian¹, LI Zhanchao¹, LIU Jijiang¹, CAI Yuntong²

(1. Information Centre of Xinjiang Xingnong-Net, Xinjiang Agro-meteorological Observatory, Urumqi Xinjiang 830002, China;
2. Urumqi Meteorological Bureau, Urumqi Xinjiang 830002, China)

Abstract: Impact of sandstorm hazard on cotton seedling growth and construction of quantitative indicators have important guiding significance for evaluating impact of sandstorm hazard on cotton yield. Through sand simulation experiments of different wind speeds, directions and durations, damage degree of sandstorm hazard to cotton growth was studied, and indicators of sandstorm hazard in cotton seedling stage (one true leaf to five true leaves) were obtained. Results showed that, from one true leaf to three true leaves, ability of cotton seedlings to resist sandstorm hazard increased with progress of growth, and resistance of cotton seedlings to sandstorm hazard at seedling stage changed abruptly at five true leaf stage. Effect of sandstorm hazard on cotton seedling stage divided into three stages, 8~14 m/s was affected growth stage, 14~17 m/s was severely affected stage, and more than 17 m/s was damaged stage. In actual production process, appropriate preventive measures for sandstorm weather could be taken according to specific weather forecast and combined with sandstorm hazard indicators at cotton seedling stage.

Keywords: sandstorm, cotton, seedling stage, simulation experiment, hazard indicator

0 引言

新疆棉花在我国棉花产业中占据主导地位, 已成为国民经济和社会发展的重要产业^[1-2]。棉花占新疆农作物种植面积的45%~50%, 植棉收益占棉农总收入的60%~65%^[3]。然而特殊的干旱气候、裸露度较大的下垫面条件和不合理的土地利用方式, 使新疆绿洲农区成为我国受风沙危害最严重的地区, 每年近66.7万hm²

耕地受灾, 棉花、林果、温室大棚等农业直接经济损失十几亿元^[4]。新疆棉花苗期在4—6月, 其间风沙灾害分布广、突发性强、频率高、破坏性极大, 尤其对于南疆地区, 风沙灾害频发, 是棉花苗期最主要的气象灾害^[5-6]。

国内外在风沙引起的农田沙埋、土壤风蚀、植物受损及风沙灾害防治等方面开展了较多的研究^[7-14]。胡云喜等^[15]探讨了不同风力强度对棉花生长发育的影响。

收稿日期: 2022-01-16 修回日期: 2022-04-24

基金项目: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201206047); 新疆气象局面上项目(MS202006)

作者简介: 郭燕云, 硕士, 工程师, 主要从事农业气象业务与科研 E-mail: 296953750@qq.com

李新建, 通信作者, 学士, 研究员, 主要从事农业气象业务与科研 E-mail: 361214890@qq.com

在线投稿
www.d1ae.com

马瑞等^[16]研究了不同结构类型棉秆沙障的防风固沙效应。罗玻军^[17]研究了阿拉尔垦区棉花播种出苗期风灾类型及抗灾措施。徐宇等^[18]研究认为,受灾后的棉株单株生产能力、棉铃的性状、纤维品质及霜前花率均随着风沙灾害危害程度的加重而降低。然而已有风沙对植物影响的研究主要集中在沙生植物和城市绿化树中,对主要农作物生理生态过程的影响方面研究较少。有关风沙灾害对农业的影响侧重于风沙灾情调查分析和灾后防御措施的研究等方面,如农业部门进行棉花播种出苗期受损情况及经济损失分析,探讨风沙危害态势,提出风沙灾害防御措施^[19]。风沙危害指标研究方面,以往研究多通过灾情调查资料与气象站观测的气象要素分析来筛选有关风、温、湿等气象作为风沙危害指标^[20]。很多研究只是借助气象观测资料总结了风沙的某些规律特征,并未与棉花生长发育联系起来研究^[21]。有的研究又仅仅局限于大风对棉花的影响,并没有涉及风沙,研究并不全面^[22]。

本文开展风沙灾害对棉花生长的危害程度研究,通过不同风速和持续时间的风沙模拟试验,得到棉花1真叶到5真叶(苗期)风沙危害的指标。研究结果能为新疆优质棉基地建设和棉花风沙灾害的防御提供科学依据,可减轻绿洲农业风沙危害损失。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

选择北疆棉区的主栽品新陆早13号,为早熟陆地棉,生育期121 d左右。2018年7月下旬于乌鲁木齐市分4期进行播种,使得每次进行风沙模拟试验处理的样本材料处于相同的生长发育时期。每个播期种植200盆,在200盆中选择180盆健康、长势均匀的植株作为供试样本,同一发育期的处理60个样本,3个重复,共180个样本。盆栽试验花盆规格为66 cm×27 cm×21 cm,盆栽土壤为花肥营养土,不覆膜,灌溉等管理措施同当地常规措施。每盆种28粒棉种,出苗后定苗至每盆棉花有14株长势、大小一致的棉花幼苗。

1.2 试验设计

试验设备:利用中国航空工业空气动力研究院建造的直流开口吹气式风洞进行棉花风沙影响模拟试验,风洞试验段长8 m,其中具有移测架导轨实际可测量距离为3.9 m,风洞宽1.3 m、高1.0 m,如图1所示。

分别将处于1真叶、2真叶、3真叶和5真叶期的

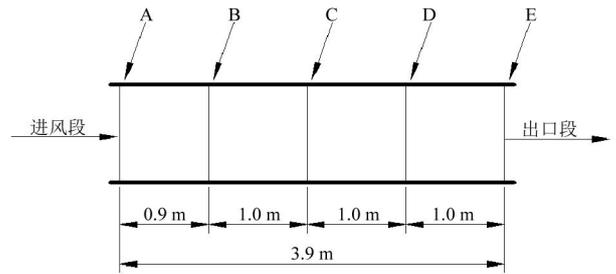


图1 风洞试验断面布置

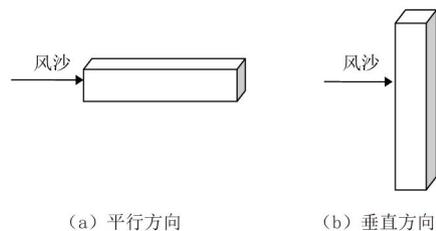
Fig. 1 Cross section layout of wind tunnel test

盆栽棉花放在风洞中部进行风洞模拟试验。

气流状况:分为净风、挟沙风2种处理。试验中挟沙风分两种沙量:10 m/s以上每5 min加一次沙,10 m/s以下每10 min加一次沙。

风速:6、8、10、12、14和17 m/s共6种风速处理。

风向:纵、横2种,即盆栽棉花与风向平行(图2a)和垂直(图2b)2种处理。



(a) 平行方向

(b) 垂直方向

图2 风洞试验2种风向处理示意

Fig. 2 Schematic diagram for treatment of two wind directions in wind tunnel test

持续时间:5、10、20、30、60和90 min共6种试验处理。

1.3 测定指标

测定时间:风洞试验后1、24、48和96 h。

测定指标:观测记录棉花外观形态(叶片萎蔫失水程度、叶片损伤、植株死亡等)的变化,根据棉花受损形态指标将棉花幼苗受害等级分为轻微、轻度、中度、重度、死亡5个等级(表1)。

2 结果与分析

2.1 随风含沙尘与不含沙尘对棉花幼苗的影响

用3真叶期棉花幼苗,进行8和10 m/s两种风速、10和60 min两个持续时间、纵与横两种风向、含沙尘与不含沙尘的风洞试验,结果如表2所示。随风的沙尘对棉花损伤起比较明显的加大作用。风速较小(8 m/s)

表1 棉花幼苗受灾等级指标划分

Tab. 1 Classification of disaster grade indicators for cotton seedlings

灾害等级	轻微	轻度	中度	重度	死亡
棉花受损形态指标	半数以内叶片边缘轻度失水, 1 h恢复正常	半数以上叶片边缘轻度失水, 24~48 h恢复正常	半数以上叶片失水, 96 h未恢复	大多数叶片失水卷曲, 叶片受到功能性损伤	绝大多数棉株失水严重, 干枯死亡

表 2 随风含沙尘与不含沙尘对棉苗的影响

Tab. 2 Effects of wind with and without sand and dust on cotton seedlings

风速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	是否挟沙尘	持续时间/min	风向	
			纵	横
8	否	10	轻微	轻微
	是	10	轻微	轻微
	否	60	轻度	轻度
	是	60	轻度	中度
10	否	10	轻度	轻度
	是	10	轻度	中度
	否	60	轻度	轻度
	是	60	重度	重度

且持续时间较短(60 min以内)时,对棉花幼苗造成轻度以内损伤,24~48 h 棉苗即可恢复正常;随着风速加大($\geq 10 \text{ m/s}$)且持续时间($\geq 60 \text{ min}$)变长,对棉花幼苗造成重度损伤,叶片受到功能性损伤。风速 8 m/s、持续时间为 10 min,含沙尘与不含沙尘的处理对棉花幼苗造成的损伤没有差别;风速 8 m/s、持续时间为 60 min 或风速 10 m/s、持续时间为 10 min 时含沙尘与不含沙尘的横向风处理对棉花幼苗造成的损伤已出现了差别;风速 10 m/s、持续时间 60 min,含沙尘与不含沙尘的处理对棉花幼苗的损伤出现显著差别。

2.2 风沙对不同发育期棉花幼苗的影响

通过对不同风沙处理的棉苗损伤资料(表 3)分析发现:对于同一时期的幼苗,横向风沙对棉花幼苗损伤大于纵向,风速由 6 m/s 增大至 17 m/s、持续时间由 5 min 增加至 90 min 的过程中,棉苗受损伤程度逐渐增大;1 真叶到 5 真叶的处理都具有基本相同表现;风向和风速及其交互作用对于棉花幼苗寿命都有非常显著

的影响。

试验中观察到风沙作用对棉花幼苗的损伤表现为其叶片组织的损伤,分析其原因有两个方面:一是风力作用下引起的幼苗摇摆和振动,叶片间相互打击;二是幼苗受风力作用秆茎弯曲,叶片与地面之间产生摩擦和击打。1 真叶期,风速 10 m/s 持续 30 min,出现幼苗死亡;2 真叶期,风速 10 m/s 持续 60 min,出现幼苗死亡;3 真叶期,风速 10 m/s 持续 60 min,出现幼苗重度损伤;5 真叶期,风速 10 m/s 持续 60 min,出现幼苗死亡。从 1 真叶到 3 真叶,棉苗抗风沙能力随生长进程的推进不断增强,苗期的棉花幼苗对风沙的抵抗能力在 5 真叶期发生突变。

2.3 棉花苗期风沙危害指标

综合棉花 1 真叶到 5 真叶不同风速和持续时间的风沙模拟试验结果,得出棉花苗期风沙危害的初步指标(表 4)。结果表明,当试验风速由 8 m/s 增大至 17 m/s 过程中,棉花幼苗寿命随风速增大而急剧减少;风速由 14 m/s 变化到 17 m/s 过程中,幼苗寿命已经变得非常短;当风速 $>17 \text{ m/s}$ 后,幼苗已经不能够承受风力影响,会在短时间内遭到损毁。因此,可将风沙变化对棉花苗期的影响划分为 3 个阶段:8~14 m/s 为影响增长阶段,14~17 m/s 为影响严重阶段, $>17 \text{ m/s}$ 为损毁阶段。而实际棉花生产中,自然风的风力大小、方向及持续时间等会呈现周期性变化,影响严重阶段的风力持续时间一般很少达到试验记录寿命值,可以认为该阶段对棉花生产没有影响或者影响比较小,损毁阶段为极端天气,很难采取棉田防风沙的工程措施。

表 3 风沙对不同发育期棉花幼苗的影响

Tab. 3 Effects of sandstorm hazard on cotton seedlings at different developmental stages

风速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	持续时间/min	1真叶		2真叶		3真叶		5真叶	
		纵风向	横风向	纵风向	横风向	纵风向	横风向	纵风向	横风向
6	90	轻微							
	10	轻度	轻度	轻度	轻度	轻微	轻微	轻微	轻微
	20	中度	轻度	中度	重度	轻微	轻微	轻微	轻度
8	30	中度	轻度	中度	重度	轻微	轻微	轻度	中度
	60	重度	重度	重度	重度	轻度	中度	轻度	中度
	90	—	—	重度	重度	轻度	中度	轻度	中度
10	10	轻微	轻度	轻微	轻微	轻度	中度	轻微	轻度
	20	轻度	轻度	中度	中度	轻度	中度	轻度	轻度
	30	死亡	死亡	重度	重度	轻度	中度	中度	中度
	60	—	—	死亡	死亡	重度	重度	重度	死亡
12	5	轻微	轻度	—	—	—	—	—	—
	10	中度	重度	轻度	轻度	轻度	中度	中度	中度
	20	死亡	死亡	中度	中度	中度	重度	重度	死亡
14	5	轻度	轻度	—	—	—	—	—	—
	10	重度	重度	重度	重度	轻度	重度	重度	死亡
	20	—	—	重度	重度	中度	重度	重度	死亡
17	5	重度	重度	重度	中度	中度	重度	重度	重度
	10	—	—	重度	重度	中度	重度	死亡	死亡

表 4 棉花苗期风沙危害指标
Tab. 4 Indexes of sandstorm hazard in cotton seedling stage

灾害等级	棉花受损形态指标	气象指标要素	
		风速/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	持续时间/min
轻度	叶片边缘轻度失水, 24~48 h恢复正常	8	20~60
		10	10~20
		12	5~10
		14	≤ 5
中度	半数以上叶片失水, 96 h内未恢复	8	>60
		10	20~30
		12	10~15
		17	≤ 5
重度	大多数叶片失水卷曲, 叶片受到功能性损伤	10	30~45
		12	15~20
		14	10~20
		17	5~10
死亡	绝大多数棉株失水严重, 干枯死亡	10	>45
		12	>20
		14	>20
		17	≥ 10

3 讨论与结论

研究发现: 对于同一时期的幼苗, 横向风沙对棉花幼苗损伤大于纵向, 风速由 6 m/s 增大至 17 m/s、持续时间由 5 min 增加至 90 min 的过程中, 棉苗受损伤程度逐渐增大, 1 真叶到 5 真叶的处理都具有基本相同表现; 风向和风速及其交互作用对于棉花幼苗寿命都有非常显著的影响。实践中应加强棉田生态环境保护, 防止因风起沙。从 1 真叶至 3 真叶, 棉苗抗风沙能力随生长进程的推进不断增强, 苗期的棉花幼苗对风沙的抵抗能力在 5 真叶期发生突变, 发生这种情况的可能原因是, 1 真叶至 3 真叶期, 幼苗矮小、叶面积小且叶片与地面夹角较小, 与风沙接触面小因而受损伤较小。5 真叶期, 与风沙接触的棉花叶片面积增大, 受损伤较大。根据棉花苗期风沙危害的指标, 将风沙变化对棉花苗期的影响划分为 3 个阶段: 8~14 m/s 为影响增长阶段, 14~17 m/s 为影响严重阶段, >17 m/s 为损毁阶段。在实际生产过程中可根据具体天气预报, 结合棉花苗期风沙危害指标, 采取适当的风沙天气预防措施。然而, 本研究仅基于 1 次试验数据, 这些结论还有待多年或多次试验验证; 此外, 本研究仅根据棉花受损形态指标作为棉花幼苗受害等级指标, 棉花受风沙危害的综合受害等级指标需要进一步深入研究后得出。

参考文献

- [1] 李付广. 全产业链布局推进中国棉花提质增效及提升国际竞争力[J]. 农学学报, 2019, 9(3): 6-10.
LI Fuguang. China's cotton industry through construction of the whole

industrial chain: improving quality and performance and enhancing international competitiveness[J]. Journal of Agriculture, 2019, 9(3): 6-10.

- [2] 周先林, 覃琴, 王龙. 等. 脱叶催熟剂在新疆棉花生产中的应用现状[J]. 中国植保导刊, 2020, 40(2): 26-32.
ZHOU Xianlin, QIN Qin, WANG Long, et al. Application status of defoliation and ripening agents on cotton production in Xinjiang[J]. China Plant Protection, 2020, 40(2): 26-32.
- [3] 张亚林, 吴冬梅, 王文魁, 等. 棉花“保险+期货”模式助力南疆主产棉区脱贫攻坚[J]. 中国棉花, 2020, 47(2): 6-8.
ZHANG Yalin, WU Dongmei, WANG Wenkui, et al. Cotton "insurance plus futures" model helps poverty alleviation in the main cotton producing areas of southern Xinjiang[J]. China Cotton, 2020, 47(2): 6-8.
- [4] 李志忠, 武胜利, 李万娟, 等. 最近10年来新疆风沙地貌研究进展[J]. 干旱区研究, 2008, 25(2): 295-303.
LI Zhizhong, WU Shengli, LI Wanjuan et al. Progress in aeolian geomorphology study in Xinjiang since recent 10 years[J]. Arid Zone Research, 2008, 25(2): 295-303.
- [5] 徐海量, 陈亚宁. 塔里木盆地风沙灾害危险性评价[J]. 自然灾害学报, 2003, 12(2): 35-39.
XU Hailiang, CHEN Yaning. Hazard assessment of wind sand disaster in Tarim Basin[J]. Journal of Natural Disasters, 2003, 12(2): 35-39.
- [6] 吐尔逊·哈斯木, 石丽, 韩桂红, 等. 塔里木河下游植被和沙漠化对输水前后地下水变化的响应分析[J]. 中国沙漠, 2008, 28(6): 1 033-1 038.
Tursun Kasim, SHI Li, HAN Guihong, et al. Response of vegetation and desertification to groundwater change due to emergency water supply in lower reaches of Tarim River[J]. Journal of Desert Research, 2008, 28(6): 1 033-1 038.
- [7] 王翠, 雷加强, 李生宇, 等. 策勒绿洲-沙漠过渡带风沙挟沙粒度的垂直分异[J]. 干旱区地理, 2014, 37(2): 230-238.
WANG Cui, LEI Jiaqiang, LI Shengyu, et al. Vertical distribution of grain size in aeolian flow in Cele oasis-desert ecotone[J]. Arid Land Geography, 2014, 37(2): 230-238.
- [8] 毛东雷, 雷加强, 庞营军, 等. 新疆策勒县新开垦农田地表蚀积变化[J]. 水土保持通报, 2014, 34(3): 61-68.
MAO Donglei, LEI Jiaqiang, PANG Yingjun, et al. Changes of wind erosion and wind deposition on surfaces of newly reclaimed land in cele county of Xinjiang Wei Autonomous Region[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2014, 34(3): 61-68.
- [9] 马洋, 王雪芹, 张波, 等. 风蚀和沙埋对塔克拉玛干沙漠南缘骆驼刺水分和光合作用的影响[J]. 植物生态学报, 2014, 38(5): 491-498.
MA Yang, WANG Xueqin, ZHANG Bo, et al. Effects of wind erosion and sand burial on water relations and photosynthesis in *Alhagi sparsifolia* in the southern edge of the Taklimakan Desert[J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2014, 38(5): 491-498.
- [10] 宗望远, 杨漫, 黄丹. 风沙流体对棉花幼苗破坏作用试验研究[J]. 塔里木大学学报, 2017, 29(1): 91-99.
ZONG Wangyuan, YANG Man, HUANG Dan. The experimental study on the damage to cotton seedlings by windy and dusty[J]. Journal of Tarim University, 2017, 29(1): 91-99.

- [11] ZHANG C Y, YU F H, DONG M. Effects of sand burial on the survival, growth, and biomass allocation in semi-shrub *Hedysarum laeve* seedlings[J]. *Acta Botanica Sinica*, 2002, 44(3): 337-343.
- [12] HE X D, GAO Y B, REN A Z. Role of wind sand disturbance in the formation and development of *Tamarix taklamaknensis* community[J]. *Acta Botanica Sinica*, 2003, 45(11): 1285-1290.
- [13] 李富强, 胡宗清. 棉花风沙霜冻灾害后的管理措施[J]. *中国棉花*, 2004(3): 35-36.
- [14] 李慧琴, 王潭刚, 胡宝, 等. 新疆南疆棉田苗期自然灾害的预防和应对措施[J]. *中国棉花*, 2019, 46(6): 40, 46.
- [15] 胡云喜, 李茂春. 阿拉尔垦区棉花播种出苗期风灾类型及抗灾措施研究[J]. *沙漠与绿洲气象*, 2008, 2(3): 48-51.
HU Yunxi, LI Maochun. The windstorm disaster styles and the resisting disaster measures during the period of cotton sowing and sprouting in Alaer Reclamation Area[J]. *Desert and Oasis Meteorology*, 2008, 2(3): 48-51.
- [16] 马瑞, 王继和, 屈建军, 等. 不同结构类型棉秆沙障防风固沙效应研究[J]. *水土保持学报*, 2010, 24(2): 48-51.
MA Rui, WANG Jihe, QU Jianjun, et al. Study on protective effect of difference types of cotton haulm sand barriers[J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2010, 24(2): 48-51.
- [17] 罗玻军. 阿拉尔垦区棉花播种出苗期风灾类型及抗灾措施[J]. *新疆农垦科技*, 2001(6): 6-7.
- [18] 徐宇, 程小林. 棉花风沙灾害后的管理措施[J]. *新疆农业科学*, 2002, 39(4): 251-252.
- [19] 刘建国, 吕新, 李振河, 等. 新疆沙漠边缘绿洲棉田抵御风沙措施研究[J]. *干旱地区农业研究*, 2015, 26(6): 151-157.
LIU Jianguo, LV Xin, LI Zhenhe, et al. The measures of resisting sandstorm damage and protecting seedlings of oasis cotton in edge of desert[J]. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2015, 26(6): 151-157.
- [20] 李茂春, 胡云喜. 风沙灾害对阿拉尔垦区棉花播种出苗的影响[J]. *新疆气象*, 2005(6): 23-24.
LI Maochun, HUYunxi. The effect of the sand blown by the wind to the emergence of cotton in Ala'r reclamation area[J]. *Desert and Oasis Meteorology*, 2005(6): 23-24.
- [21] 于云江, 史培军, 贺丽萍, 等. 风沙流对植物生长影响的研究[J]. *地球科学进展*, 2002, 17(2): 262-267.
YU Yunjiang, SHI Peijun, HE Liping, et al. Research on the effects of wind-sand current on the plant growth[J]. *Advance in Earth Sciences*, 2002, 17(2): 262-267.
- [22] 冯振秀, 朱波, 曹阳, 等. 博州垦区棉花主要气象灾害及预防补救措施[J]. *现代农业科技*, 2014(19): 274-277.

行业动态

农业农村部蔬菜全程机械化专家指导组在京调研 露地蔬菜无人化收获技术

2022年6月16日上午,我国自主研发的露地蔬菜无人化收获技术在北京昌平国家精准农业研究示范基地进行了现场演示。在现场,无人驾驶拖拉机悬挂甘蓝收获机实现了自主对行和连续采收,运输机器人实现了与收获机同步作业与往返运输,巡检机器人按照轨迹设定实现了田间巡检、实时数据传输、对靶施药作业。

该项目由北京市农林科学院信息技术研究中心(国家农业信息化工程技术研究中心)、国家大宗蔬菜产业技术体系智能化管理团队、蔬菜无人农场群体智能联合实验室从2019年开始研发实施。2020年,在北京市农业机械试验鉴定推广站甘蓝全程机械化生产模式的基础上进行智能化改造,实现了甘蓝生产的田间深松、旋耕、起垄、移栽、水肥、采收、运输等全流程环节的无人化作业,列入农业农村部2020年10大引领性技术。2021年,扩大应用场景,实现了无人农机作业、田间水肥管理、物联网数据采集等全程智能化集成,在河北赵县、重庆等地进行应用示范。2022年,拓展应用领域,驾舱拖拉机、巡检机器人、打药机器人、运输机器人等一批机器人产品相继投入生产应用,蔬菜无人农场的技术体系已初步成型,技术成果在北京昌平、河北沧州、内蒙古乌兰察布、湖北武汉、天津武清等地进行生产性应用。

从整体效果上看,以甘蓝和辣椒为代表的蔬菜无人农场从种到收环节只有移栽机和采收机需要3~4个劳动工人协作,其他环节全部实现了无人化,综合人工成本较传统种植减少了55%、用水总量减少35%以上、产量增加3%~5%。

(来源:中国农业机械化信息网 <http://www.amic.agri.cn/secondLevelPage/info/30/138819>)