

杂交小麦种子生产中不同辅助授粉技术研究

王拯, 张胜全, 叶志杰, 任立平, 张凤廷, 陈兆波* (北京杂交小麦工程技术研究中心, 北京 100097)

摘要 [目的]研究杂交小麦制种工作中辅助授粉措施对异交结实和制种产量的影响。[方法]以京麦6号为试验材料,通过对竹竿、绳子、汽油喷雾器和施药直升机等措施进行对比,评价各种措施在实施效果、工作效率和费用成本方面的优势。[结果]竹竿和直升机效果最佳,在混播制种田中异交结实达到20粒/穗以上,同时在行比制种中受父本距离变化影响较小。绳子和直升机效率最高,竹竿和汽油喷雾器的效率相对较低。费用成本方面,绳子辅助授粉方式成本最低,是目前大面积制种生产采取的主要措施;竹竿辅助授粉费用较高,但便于操作、效果好,适用于小面积生产和中试制种,在行比制种中优势更加明显;直升机辅助授粉目前有多方面优势,是解决规模化制种降低人工使用和减少制种田踩踏浪费的重要途径。[结论]该研究可为杂交小麦辅助授粉措施的选择提供参考。

关键词 杂交小麦;种子生产;辅助授粉

中图分类号 S512.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)17-0029-03

Study on Different Supplementary Pollination Methods in Hybrid Wheat Seed Production

WANG Zheng, ZHANG Sheng-quan, YE Zhi-jie, CHEN Zhao-bo* et al (Beijing Hybrid Wheat Engineering Technology Research Center, Beijing 100097)

Abstract [Objective] Effect of supplementary pollination measures on outcrossing and seed production in the hybrid wheat was studied. [Method] Taking Jingmai 6 as test material, through the comparison of measures such as bamboo pole, rope, gasoline dispenser and spraying helicopter, the advantages of various measures in implementing effect, working efficiency and cost were evaluated. [Result] Bamboo rods and helicopters were the best, and the outcrossing seed-setting was more than 20 grains per spike in the mixed cropping system, and the change of distance between male and female was smaller. The use of ropes and helicopters were more efficient than bamboo and petrol sprayers. The minimum cost of rope-assisted pollination was the main measure taken by large-scale seed production. The bamboo-assisted pollination method was easy to operate and had good effect. It was suitable for small-scale production and pilot-seed production, and had obvious advantages in seed production. Helicopter assisted pollination had advantages in many aspects, it was an important way to reduce manual use and reduce trampling waste in large-scale seed production. [Conclusion] The research could provide reference for selecting of supplementary pollination measures.

Key words Hybrid wheat; Seed production; Supplementary pollination

杂交小麦种子生产是不育系成功接受父本外来花粉受精结实的过程。在这个过程中如何能够保证更多的群体接受到外来的花粉,不育系结出更多的种子,是提高制种产量的主要途径之一^[1]。自然界异交授粉有风播、自播、机械撒播(包括人工授粉和昆虫授粉)等辅助途径,杂交小麦父本花粉可通过自身重力下落到母本柱头或风播的途径完成,但在小麦杂交种生产过程中仅依赖自然的媒介是不稳定的,同时受小麦自身繁殖特点的影响,在仅有的5~7 d花期中,要达到提高授粉效率,增加异交结实,需要采取人工辅助授粉的方式来完成^[2-4]。在生产中,辅助授粉是指通过机械力量使植株震动、摆动或人造风力吹动花粉,扩大花粉漂移的有效距离,增大授粉几率,达到人工辅助授粉效果。在实际生产工作中,曾普遍采取竹竿、绳子、汽油喷雾器等措施,近几年也曾尝试用施药直升飞机^[5-7]。目前,针对这几种生产中使用辅助授粉方式的效率、效果和生产成本等方面没有进行细致的对比分析。结合生产的实际经验、数据调查结果,从操作简便、授粉效果好和成本控制等方面来考虑,分析各项辅助授粉措施的优劣势。并针对在杂交小麦未来发展过程中,哪种辅助授粉的方式更有利于产业的发展进行试验研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料 以京麦6为试验材料。

1.2 试验方法 自然风力条件下,小麦花粉能够随风扩散到100 m以外和3.5 m以上的高度。在杂交小麦制种生产中,距恢复系1.5 m内,不育系异交结实变异较大,2.0 m以外无显著差异;距恢复系0.5 m内,不育系异交结实率较高,行间差异不显著^[8]。在此研究结果的前提下,开展2:7行比制种和父本12%混播制种不同辅助授粉条件下效果的比较。试验中分别采用竹竿、绳子、汽油喷雾器和施药直升机这4种辅助授粉措施。其中,绳子辅助授粉:使用长20~30 m、直径20 mm左右的绳子,材质以麻绳和尼龙为宜。根据绳子长度,以10~15 m为间隔站一人拉着绳子在制种田块来回往复行走,依靠绳子拖动父本摆动扬撒花粉来实现辅助授粉。竹竿辅助授粉:每人手持长5~10 m的轻质竹竿,行比种植地块在父本行使用竹竿振动父本,使花粉震落到较远行距母本柱头上实现辅助授粉;或混播地块推行竹竿,使父本植株摆动扬撒花粉。汽油喷雾器辅助授粉:选用背负式的汽油喷雾器,不添加药液,仅依靠风机转动形成的气流将父本的花粉吹到母本区。操作人员按照施药操作,在田间不遗漏往复走动。施药直升飞机:遥控施药用直升飞机在麦田上空2~3 m距离飞行,依靠螺旋桨产生的自上而下的风力吹动花粉,达到辅助授粉。操作期间在麦田上空往复飞行。辅助授粉工作选择在安徽阜阳杂交小麦制种基地,时间在4月17—22日,为小麦盛花期前后约6 d,辅助授粉在09:00—12:00和15:00—18:00进行,上午3

基金项目 北京市农林科学院青年基金“二系杂交小麦陕西渭南地区制种适应性及制种技术研究”(QNJ201514)。

作者简介 王拯(1983—),男,陕西渭南人,农艺师,硕士,从事杂交小麦制种技术研究及示范推广。*通讯作者,副研究员,博士,从事杂交小麦制种技术研究及示范推广。

收稿日期 2017-04-21

次,下午3次,每天6次。

1.3 调查项目与方法 授粉结束后15 d进行田间异交结实调查,在试验田随机取10处进行调查,行比制种因距父本行距离差异,分行独立调查,每处调查距离父本第1、2、3、4行母本的异交结实,每个点调查10穗取平均值,比较各处理间的异交结实差异。在混播制种效果调查中,在混播制种地块随机取10个点进行调查,每个点取10穗母本进行结实调查,对调查数据进行比较。

2 结果与分析

2.1 异交结实 由图1可知,行比制种中母本异交结实受与父本距离的影响,随着距离的增大异交结实不断降低,不同辅助授粉方式受到的影响程度不一。在第1、2行表现差异不大,有些调查点在第2行有增加的趋势,第3行异交结实开始下降,第4行异交结实下降显著。授粉效果比较,竹竿辅助授粉平均异交结实20粒/穗,绳子17粒/穗,喷药机18粒/穗,直升机19粒/穗,竹竿和直升机辅助授粉效果较好。绳子的效果欠佳,主要表现为受父本距离影响异交结实下降显著。喷雾机和直升机辅助授粉受距离影响相对较小。

由表1可知,在混播制种中,竹竿辅助授粉平均异交结

实为23粒/穗,绳子辅助授粉平均异交结实为17粒/穗,直升机辅助授粉平均异交结实为22粒/穗,汽油喷药机平均异交结实19粒/穗。竹竿辅助授粉、直升机辅助授粉异交结实超过20粒/穗,优于绳子和喷药机,其中依然是竹竿辅助授粉效果最好,绳子辅助授粉效果较差。在调查中发现喷药机辅助授粉效果不稳定,地块结实差异较大,究其原因在于人工操作的遗漏问题。

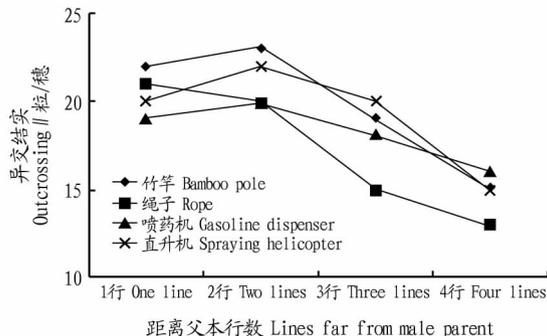


图1 行比制种条件下不同辅助授粉措施对小麦异交结实的影响
Fig. 1 Effect of supplementary pollination measures on outcrossing for hybrid wheat in row-ratio system

表1 混播制种不同辅助授粉条件下异交结实调查结果

Table 1 Investigation results of outcrossing for hybrid wheat by supplementary pollination measures in the mixed cropping system 粒/穗

辅助授粉方式 Supplementary pollination measures	采样点 Sampling point										平均 Average
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
竹竿 Bamboo pole	21	27	27	20	15	25	24	23	23	26	23
绳子 Rope	19	14	24	17	15	12	14	16	20	19	17
喷药机 Gasoline dispenser	22	19	25	12	23	17	23	15	21	16	19
直升机 Spraying helicopter	21	19	23	20	27	23	25	18	24	17	22

2.2 工作效率与成本费用 小麦开花期一般为5~8 d,期间每天辅助授粉6~8遍^[9-10]。采用细竹竿横握中间部在麦田震动推着前行,在保证质量前提下,每人可以负责0.7 hm²制种田的辅助授粉;绳子辅助授粉采用20~30 m长绳子,人工拉着两头在地里往复走动,每组绳子可负责2.0~3.0 hm²制种田,平均1.3 hm²/人;汽油喷雾器需要0.7 hm²/人;施药的小型直升机距麦田2~3 m高飞行,每台机器可覆盖4.0 hm²制种田授粉,但需要1名操作人员和2名辅助人员进行协助,平均1.3 hm²/人。对比工作效率,绳子和直升机效率较高。操作人员方面,直升机操作需要专业培训的技术人员,其他均可使用普通临时雇工工人。在工作强度方面,汽油喷雾器需要人工背负机械在制种田长时间作业,劳动强度最大;绳子整体跨度大,在拖动过程中阻力较大,作业强度较大;竹竿因作业幅宽较短,在田间工作强度居中;直升机采用遥控方式工作,对操作人员要求高,作业强度最小。目前,农村劳动力多为中老年人员,且在短暂的小麦开花季组织大量劳动力从事较高强度的生产劳动难度越来越大,给正常制种生产带来不便。4种辅助授粉方式中除直升机辅助授粉外,其他措施都需要大量人工进地操作,不仅劳动强度大,对麦田踩踏严重。初步统计在辅助授粉环节因踩踏导致的减产在5%左右,如在播种时留出操作行土地浪费也在同

样水平。

成本方面,竹竿和绳子辅助授粉方式主要投入为人工,按照目前雇用工价100元/(d·人),平均6 d的授粉期,竹竿辅助授粉平均人工费用900元/hm²,绳子辅助授粉平均人工费用450元/hm²。汽油喷雾器采购费用较低,工具采购、燃料使用和人工累计费用约为1 000元/hm²。施药用直升飞机型号较多,该次试验采用的是浙江农鹰2000机型,该机型主要特点是:单螺旋桨,螺旋桨较大,飞行速度快,在飞行中能够产生较大的自上而下的气流。该机型目前购买费较高,成本约10万元/台,使用中燃油和人工成本均较高,折合使用成本约为3 000元/hm²。目前在大面积制种中受工作效率和成本费用因素的影响,主要采用成本最低的绳子辅助授粉;竹竿辅助授粉成本费用居中,但便于操作、效果好,适用于小面积生产和中试制种,在行比制种中优势更加明显;汽油喷雾器因效率低、劳动强度大、成本和效率均没有明显优势,使用较少;直升机辅助授粉目前主要受购机成本高、操作人员技术水平要求高的限制,没有普及使用,但在目前农村劳动力大幅减少、组织大量人员集中时间从事较重体力劳动越发困难的情况下,该方法是今后大面积生产辅助授粉的重要方向(表2)。

表 2 不同辅助授粉方式比较

Table 2 Comparison of different supplementary pollination methods

序号 No.	辅助授粉方式 Supplementary pollination methods	操作简便性 Maneuverability	辅助授粉效果 Effect of supplementary pollination	人工成本 Labor cost
1	竹竿辅助授粉	操作简便,劳动强度适中,速度一般	竹竿有震动父本作用,有利花粉飘落效果好	效率不高,用工成本高
2	绳子辅助授粉	操作简便,劳动强度低,速度快	对父母本有伤害,花粉易随露水沾到绳子上 损失,授粉效果一般	速度快,效率高,用工成本低
3	喷雾器辅助授粉	需要背负机械,操作中,劳动强度 适中,速度一般	风向不定,吹散花粉,操作中有遗漏地方,效 果一般	效率不高,用工成本高
4	直升机辅助授粉	操作技术要求高,工作效率高,劳动 强度低	风向自上而下的气流,有利于花粉着落在柱 头上,异交结束率较高	技术人员人工单价较高,但分摊到 单位面积成本居中

3 结论与讨论

现阶段使用的这几种辅助授粉方式中,以竹竿和直升机辅助授粉的效果最佳,在京麦 6 号混播制种田中异交结实达到 20 粒/穗以上,能够较好地提高制种田异交结实率,同时在行比制种中受父本距离变化影响较小。在工作效率方面,绳子辅助授粉和直升机辅助授粉效率最高,整个授粉时期每人可管理 1.3 hm² 制种田,且直升机辅助授粉随着机型的改进和操作的熟练,效率能更大幅度提高;竹竿和汽油喷雾器的效率相对较低,其中汽油喷雾器劳动强度大,效果一般,不作为推荐方式。费用成本方面,绳子辅助授粉方式成本最低为 450 元/hm²,是目前大面积制种生产采取的主要措施;竹竿辅助授粉费用虽较高,但便于操作,授粉效果好,适用于小面积生产和中试制种,在行比制种中优势更加明显;直升机辅助授粉目前有多方面优势,但受设备购置成本高和操作人员要求高的限制,仅在尝试使用当中,降低使用成本是推广应用主要的方向。

在辅助授粉工作中,不同的工具工作原理上有差异,在授粉效果、效率和成本上有优劣。竹竿的震动非常有利于株高较高父本的花粉向周围飘散;绳子的拖动虽有相似效果,但在拖动过程中对母本产生一定伤害,具体程度需要调查对比,同时早晨辅助授粉易沾露水,湿的绳子会沾上很多的花粉,影响授粉。直升机辅助授粉自上而下的气流吹动易于花粉的扬散;汽油喷药机的风力较大,能够使花粉漂移更远,但在操作过程中存在遗漏的情况。具体根据生产区域、制种方式和生产规模差异选择合适的方案。

直升机辅助授粉作为近几年新尝试的辅助授粉工具,具备自动化程度高、不用进地操作的优点,对制种田没有踩踏浪费,在工作效率上也明显高于传统方式。目前使用的机型价格较高,总体使用成本偏高。随着施药直升机设备的普

及,设备的价格会大幅下降,目前市场上也有众多低价位设备,仅需针对辅助授粉作用做简易改进即可,且设备的操控更加简单,对技术人员要求降低,在费用成本方面会大幅降低。现有制种模式下,直升机辅助授粉将可能成为规模化制种辅助授粉的主要方式。

在混播制种技术研究工作中^[11],近几年根据不同制种组合特性,选择花粉量充足的父本,尝试加大制种田父本比例,减去辅助授粉环节,在试验中制种田同样获得了较高的异交结实和制种产量。随着制种材料的升级,采取混种混收的方法可省去制种田辅助授粉的投入和因辅助授粉造成的浪费,将成为规模化制种保障生产、降低成本的重要解决方案之一。

参考文献

- [1] 林元洪,黄辉耀. 两系杂交小麦制种高产技术初探[J]. 麦类作物学报, 1998(2): 4-6.
- [2] 刘宏伟,张改生,王军卫,等. 杂种小麦繁制种研究和实践[J]. 西北植物学报, 2001, 21(2): 345-350.
- [3] 赵德湘,吴扬书,王恩海,等. 杂交小麦高产制种的几个技术问题[J]. 作物研究, 1998(1): 21-22.
- [4] 聂迎彬,韩新年,田笑明,等. 影响小麦杂交制种产量因素的研究进展[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(1): 74-76.
- [5] 孙琪,周桂萍,李尚义,等. 杂种小麦三系制种的增产途径[J]. 作物杂志, 1997(4): 25.
- [6] 林元洪. 杂交稻高产制种技术浅析[J]. 农业科技通讯, 1989(11): 6-7.
- [7] 许世觉,李必湖. 杂交水稻制种技术[C]//湖南杂交水稻研究中心. 杂交水稻国际学术讨论会论文集. [出版地不详]: 学术期刊出版社, 1988.
- [8] 秦志列,张风廷,叶志杰,等. 不同花粉密度条件下光温敏雄性不育小麦 BS366 异交结实分析[J]. 华北农学报, 2007, 22(4): 130-133.
- [9] 张丕辉,余国东,石有明,等. 影响两系杂交小麦制种异交结实率因素初探[J]. 新农民, 2011(12): 327.
- [10] 董普辉,袁建国,余奎军,等. 两系法杂交小麦育种限制因素的探讨与分析[J]. 现代农业科学, 2009, 16(8): 9-10.
- [11] 北京杂交小麦工程技术研究中心. 一种小麦杂交制种方法: CN1943319[P]. 2007-04-11.

本刊提示 参考文献只列主要的、公开发表的文献,序号按文中出现先后编排。著录格式(含标点)如下:(1)期刊——作者(不超过3人者全部写出,超过者只写前3位,后加“等”)。文章题名[J]。期刊名,年份,卷(期):起止页码。(2)图书——编著者.书名[M]。版次(第一版不写)。出版地:出版者,出版年:起止页码。(3)论文集——析出文献作者.题名[C]//。主编.论文集名.出版地:出版者,出版年:起止页码。