

江景涛,王东伟,杨文卿,等.我国间作播种机械化技术及装备探析[J].江苏农业科学,2021,49(14):40-44.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.14.007

我国间作播种机械化技术及装备探析

江景涛,王东伟,杨文卿,卢玉伦,王大奇

(青岛农业大学机电工程学院,山东青岛 266109)

摘要:农作物需求增加、人均耕地面积减少等现象导致我国农业生产中出现了粮油争地、粮棉争地等矛盾,研究表明间作种植技术的出现能够大幅度地缓解这些矛盾。目前,在我国整个农业生产过程中对单一作物的播种机械化研究较多,针对间作播种机械化的深入研究较少。基于此,针对国内几种主要的典型间作种植模式进行研究分析,并阐述其主要种植农艺要求、种植模式特点和主要种植区域等,综合分析当前间作播种装备的发展现状,列举几种不同类型的间作播种机械,对其作业功能、性能特点和机械参数等做出研究分析,同时对我国间作播种机械化发展进行展望,以期推动间作种植机械化发展。

关键词:间作播种技术;间作播种机械化;模式;装备;进展分析

中图分类号:S233.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)14-0040-05

间作种植是指在同一块土地、根据一定行数比例,在同一时期以成行或成带(多行)的形式种植2种或以上相似生长期的作物,是我国农民在长期生产实践中,所掌握的一种传统增产措施^[1-3]。间作种植具有充分利用资源和提高作物产量的特点,在我国乃至全世界范围内的农业生产中占有愈来愈重要的地位。

我国面临着人口多、人均耕地少的问题,采用间作种植,不仅可提高作物单位面积产量,还可以将种地、养地结合,在提高自然资源利用率的同时逐步改善土壤质量,有利于农业可持续发展。

间作种植的首要环节就是播种,目前,我国间作种植多采用人工种植或不同单作播种机交替作业的模式,劳动强度大、作业效率低;市场上成熟的间作机型较少,多为单作播种机改装而成,存在着工作效率低、作业效果不理想、生产成本高等问题,不能很好地满足间作种植模式的农艺要求,较大幅度地制约间作种植模式的推广与应用。随着近年来广大农户及有关部门对间作种植的逐渐认识,急需加快间作播种机械装备的研发。因此,发展间作播种机械化对提高间作播种效率,减少播种损失,

增加农民收入和发展间作种植有着重要意义。

1 间作种植概况及种植原理

1.1 国内外间作种植概况

近年来发展间作种植模式的势头日趋强烈,间作种植面积也迅速扩大,目前,我国主要间作种植区域分布在东北、西北、西南和黄淮海等地^[4-5],涉及的间作作物包括玉米、花生、大豆和棉花等,典型的种植模式有玉米与花生间作、玉米与大豆间作以及小麦与蚕豆间作等。得益于间作模式的增产优势,间作种植技术不仅在国内得到了大力推广,而且已经开始向海外进行推广。在非洲和亚洲的部分国家以及南北美洲和欧洲一些国家都有分布。如在尼日利亚种植的豇豆、花生、棉花和玉米等都采用间作模式生产,纵观最近几十年来,间作种植不仅在发展中国家蓬勃发展,而且在欧美等发达国家也日益受到重视。

1.2 间作种植原理

科学合理的间作搭配会使作物相互之间产生互补作用,充分利用空间、地力和光能等资源,如空间上的互补、时间上的互补、地下因素的互补、生物间互补等。(1)在株型上,要“一高一矮”“一胖一瘦”。即高秆作物和矮秆作物搭配,2种不同株型作物间作可以创造良好的通风、透光条件,如玉米和花生、大豆搭配等^[6-7]。(2)在根系分布上,要“一浅一深”。即深根作物与浅根作物搭配间作,这样可以保证不同作物长短不一的根系可以较为准确

收稿日期:2020-12-09

基金项目:山东省农机装备研发创新计划(编号:2017YF055);国家花生产业技术体系播种与田间管理机械化岗位项目(编号:CARS-13)。

作者简介:江景涛(1963—),女,山东威海人,教授,硕士生导师,研究方向为新型农业机械装备研发。E-mail:jitaotao_2518@163.com。

地吸收到土壤中不同层次的水分和养分,对作物的生长发育起到促进作用^[8]。(3)从生育周期上,要“一早一晚”。即 2 种及以上的作物生长时间要适当错开,同播但不同收,这样先把成熟期的作物收获后,还未成熟的作物则可以获得更加充足的自然资源,长势更好。

总而言之,间作种植可以综合利用不同作物的各种生理特性,根系深度、光温需求及养分需求等合理搭配进行科学的间作种植,以此来提高资源的利用率,增加作物的面积产量。

2 典型的间作种植模式

要想在现有耕地面积基础上提升粮食总产量,需要对农作物种植技术及农艺要求等进行创新与改进。在科学合理的研究试验过程中发现,不同作物合理间作种植比 2 种作物单作能够提高作物的产量及品质。

2.1 玉米花生间作

2.1.1 主要种植区域 玉米花生间作是在我国黄淮海区域如山东、河南和河北等地常见的一种间作种植体系。主要分为春夏两播。一般在 4 月下旬至 5 月上旬进行春播,在 6 月上旬进行夏播。

2.1.2 间作优势及种植农艺 不同的生产区域根据当地的生长条件采用不同的种植模式。目前中等肥力地块采用 3:4 模式,高肥力地块宜采用 2:4 模式种植。玉米花生间作优势如下:第一,玉米、花生间作能改善作物间生长环境,提高玉米和花生对自然资源的吸收利用能力,有效地实现对资源的高效利用,提高土地复种指数^[9-10]。第二,花生在播种时采用地膜覆盖,能起到保墒增温的作用,在玉米花生间作种植中可以很大程度地避免水分、养分的流失。第三,相比较于花生,玉米的根扎入土壤比较深,可以使不同深度的水分和养分得到充分利用,提高了资源利用率,达到 2 种作物优势互补。因此,玉米花生间作保证了玉米总产的同时,多收花生,增加了经济效益,是一种比较理想的解决我国粮油争地矛盾的种植模式。

2.2 玉米大豆间作

2.2.1 主要种植区域 玉米大豆间作是我国传统的种植模式之一,其分布范围较为广泛,主要分布在我国黄淮海平原、西南山地和丘陵地区。播种时间多集中在 6—9 月。

2.2.2 间作优势及种植农艺 第一,玉米和大豆作

为我国重要的粮食作物、经济作物,其间作组成的复合群体实现了间作作物高矮搭配,充分发挥对光能和热能的利用,同时玉米也可充分发挥边行效应,获取更高的产量。第二,玉米根系多且浅,大豆根系少而深,两者间作根系扎入土壤深度不同,各取所需养分,能够有效发挥地下养分利用互补。第三,玉米生长需肥量大,而大豆具有固肥的能力,当玉米大豆间作时,玉米生长所需的氮肥可以从大豆所固定的氮肥中摄取一部分,从而降低土地的施氮量,可以实现在农民较低投入同时增加作物单位面积粮食产量。在保证我国玉米供应的同时,提高我国大豆的供应能力。玉米与大豆以不同的间作模式种植对自然资源的利用效率要比各自相应的单一作物种植利用效率较高。选择合适的间作种植模式,可以提高玉米大豆间作的产量。大量的试验研究和农户种植产量表明,玉米大豆以 2:2 和 2:4 间作的种植模式总体效益相对较高^[11]。

2.3 玉米马铃薯间作

2.3.1 主要种植区域 马铃薯是我国重要的粮食作物,在全国广泛种植。玉米和马铃薯间作种植主要分布在甘肃、陕西、青海等地。其间作时间一般在 4—5 月。

2.3.2 间作优势及种植农艺 玉米间作马铃薯一般采用 2:4 或 2:2 的模式进行种植,玉米生长环境需要适宜的光照、温度和大量的氮肥。马铃薯植株较矮,生长环境耐阴,生长适宜温度低,需要磷钾肥为间作的玉米提供良好的地力基础,而且和玉米的生长特性竞争较少,且马铃薯生长期较短,可以先收获马铃薯,玉米则在后期生长得更好,两者间作可以达到增产增收的效果。

2.4 玉米甘薯间作

2.4.1 主要种植区域 玉米甘薯间作种植模式主要在一年两熟的平原地区、低山丘陵地区应用。播种时间一般在 5 月下旬至 6 月上旬。

2.4.2 间作优势及种植农艺 作为高秆作物的玉米间作矮秆作物的甘薯改变了单一种植时的平面采光为立体采光,增加了光能和热能的利用程度。玉米和甘薯生长发育所需养分不同,可以充分利用土壤中的自然资源,形成资源互补,有效解决作物之间争地的矛盾,从而促使农民增产增收^[12]。从大量试验研究数据分析不同的玉米甘薯间作模式,玉米甘薯采用 2:2 或 2:4 的间作模式,间作的产量大于单作,增产幅度较大,经济效益较高。

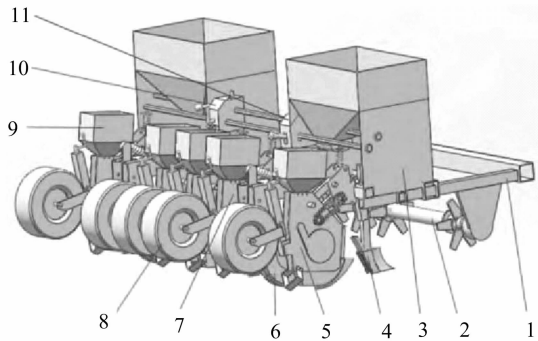
3 典型间作播种装备

3.1 玉米大豆间作播种机

图 1 所示的玉米大豆间作播种机由四川农业大学所研制,由玉米播种单体和大豆播种单体组成,可以一次性完成玉米、大豆 2 种不同作物的播种和施肥作业。

该机器可根据不同的速比要求调整株距,能够满足图 2 所示玉米-大豆间作 2:2 和 2:3 间作模式,玉米单粒穴播,行距为 1 800 mm,株距为 120 ~ 140 mm,玉米行间距为 400 mm;大豆单粒穴播,行距分别为 40、300 mm,穴距 60 ~ 80 mm^[13-14]。机传动装置采用地轮传动,在遇到凹凸不平的地面时容

易产生滑移,造成播种不均。



1—机架; 2—灭茬装置; 3—肥箱; 4—施肥开沟器; 5—玉米播种单体; 6—驱动地轮; 7—大豆播种单体; 8—镇压轮; 9—种箱; 10、11—粒距调节装置
图 1 2BF-5 型玉米大豆间作播种机

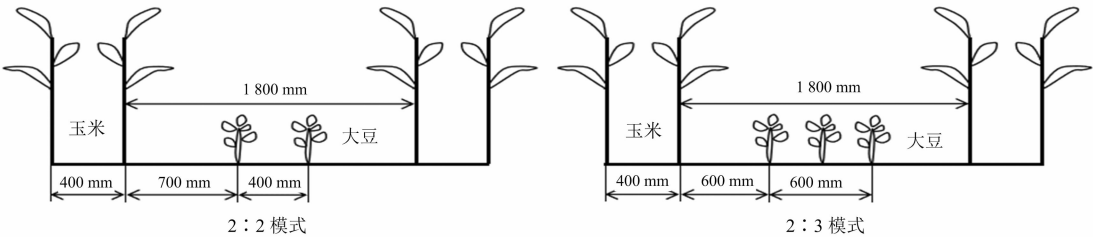


图 2 间作种植模式

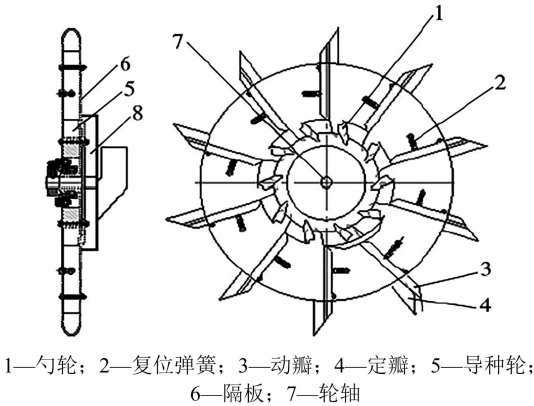


图 3 舵轮勺式排种器结构组成

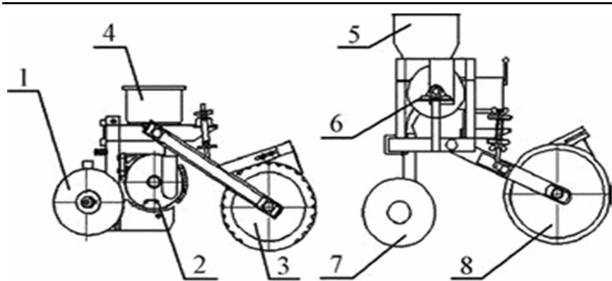
虽然播种 2 种不同种类的作物,但其采用的内嵌勺盘式舵轮穴播器对玉米和花生 2 种籽粒有着较强的通用性(图 3),该穴播器集合了勺盘式排种器精量取种和舵轮式穴播器定点投种的特点,有效减少了种子输送距离,提高种子播种精度^[15]。其入土成穴器只有在等内部凸轮结构转到特定角度,才会在作用力下打开,将预先从导种轮中投下的种子播入土壤。虽然玉米和大豆粒型的不同,但可以通过更换不同型号的排种盘来实现玉米和大豆等的精量播种^[16]。

3.2 玉米花生间作播种机

图 4、图 5 所示为山东理工大学研制的玉米花生间作播种机,可以实现玉米和花生同时播种和施肥。如图 6 所示,间作模式为 3:2 的玉米花生间作播种,中间为 3 行玉米,两侧为 1 垄 2 行花生的间作。该机主要由花生播种单体、玉米播种单体、旋耕起垄装置以及仿形机构等部分组成。机器作业时,由拖拉机提供动力进行牵引并驱动旋耕机作业,然后土壤在起垄器的作用下形成花生所需垄台;随后花生播种单体和玉米播种单体进行开沟、播种、施肥和镇压等作业完成播种^[16-17]。



图 4 2BF4-4 型玉米花生间作播种机



a. 玉米播种装置

b. 花生播种装置

1—玉米行开沟器；2—玉米排种器；3—玉米行镇压轮；4—玉米种箱；5—花生种箱；6—花生排种器；7—花生行开沟器；8—花生行镇压轮

图5 玉米花生间作播种机播种单体

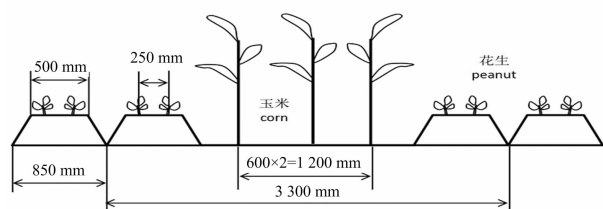


图6 玉米花生间作种植模式

该机玉米播种单体采用图 7 所示勺轮式排种器进行播种,该种类型排种器是使用最多的玉米精密排种器之一,其结构简单,对玉米种子外形、尺寸差异的适应性强。排种器工作时排种箱内的玉米种子在重力的作用下落入勺轮进行充种,多余的种子会在勺轮转动过程中,在重力作用下掉落完成清种,当勺轮转动到调节孔槽开口处时,种子在离心力和自身重力作用下进入排种槽,然后转动到排种口处,种子做自由落体运动落入土壤完成排种^[18]。

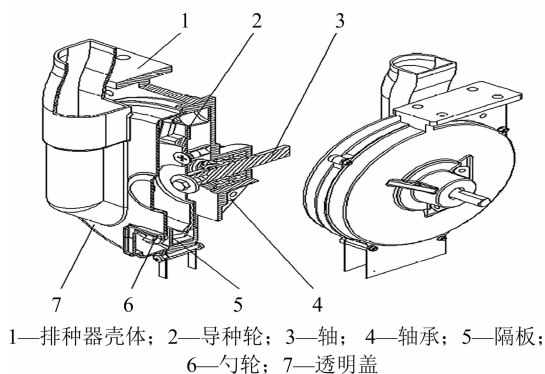


图7 勺轮式排种器

该机花生播种单体采用内充种式花生排种器,如图 8 所示。因其结构简单、造价成本低和播种效果好,是目前花生播种机上使用最多的排种器。其工作过程共分为充种、清种、护种和投种 4 个阶段。该排种器工作时,种子进入排种器内腔后,在重力和离心力的作用下进入到排种轮的型孔中并逐渐

进入到内孔,内孔中的种子在护种板的作用下随着排种器转动而运动,在排种器转动到一定位置,型孔内多余的种子则会落入到充种区完成清种,而内孔中的种子转到投种区后在重力和离心力的作用下完成投种^[19-20]。



图8 内充垂直圆盘式排种器

4 间作播种机械化存在的问题及研究重点

目前我国关于间作种植的推广日益剧增,对相关的间作播种机械的开发也已提上日程,针对现有间作播种机的不足,在未来的发展过程中,将会进一步解决在间作播种过程中的问题,不断完善其功能,使其具有良好的发展前景。

4.1 加强间作播种机械化应用水平

间作种植虽然可以提高作物产量,增加农户经济收入,但其种植模式在推广应用上有着众多制约因素,其中最大的制约因素在于现有机械化装备不能够满足当前间作种植现状。我国间作模式繁多,是发展间作播种机械化的一个突出矛盾,其千差万别的播种方式,对实现规模机械化有一定的难度,研发一两种播种机械是无法满足的,要实现规模机械化播种,就要根据不同模式的种植农艺要求,对播种机进行研制及改造,但目前相关机械应用太少,只能通过人工或简易的装备来进行播种,浪费了人力、物力和时间。应加快关键技术和装备研发,满足规模间作播种机械化生产要求。

4.2 提高间作播种机械的通用性、适应性

目前,现有的间作播种机械只是针对某种特定的间作种植模式和农艺要求设计的,其通用性、兼容性、稳定性较差。应根据不同间作种植技术要求和作业性能等方面进一步改进,随着人们对各种农业机械通用性、适应性和可靠性要求的日益提高,间作播种机械也将面临着与其他农业机械同样的考验。间作播种机械能否适应这种发展趋势,也会

影响到间作种植能否更好地推广应用与发展。

4.3 改善现有间作播种机械的性能、提高工作效率

农业机械的工作性能和作业效率等是衡量机械适用性、可靠性的重要指标,因此,提高间作播种机械性能、效率以及减少功耗等也是未来间作播种机械发展的重要方向之一。

当前国内的间作播种机械存在着间作模式不匹配、性能不完善和动力损耗大等问题,影响着间作播种模式的推广应用,制约着我国间作播种机械化进程。根据相关农业文件批示,间作种植将得到大力发展的空间,相关农机企业及科研院所应积极开展间作种植机械的创新和研发,加快间作播种机械化的发展。在种植模式、农艺要求、农机装备等条件完备的情况下,保证形成间作作物均衡增产新模式。

5 间作播种机械的应用前景及展望

间作种植机械化是农业现代化的重要组成部分,是实现间作种植规范化的一条必要途径,虽然近年来我国播种机的研发已经取得较大的进展,但间作机械化发展较晚,现有的间作种植装备作业性能相对不完善,有待进一步提高。间作种植机械化是一个复杂工程,要从最基本的选育合适的间作品种、适宜的间作种植模式、标准化农艺技术、研发和改进相配套的机械装备等多方面综合协调解决;随时了解国内间作种植动态,掌握间作种植发展趋势,把握间作种植发展方向,根据实际情况研发、制造出适合我国国情的多种类型间作种植模式的间作播种机以及相关机械设备;建立完善的间作种植机械化生产技术体系,以适应不同的播种需求,推进间作全程机械化发展。目前,在我国的间作种植发展过程中,还存在着许多瓶颈,还需要各方、各地积极配合,大力推进间作播种机械化水平,力求赶上我国粮食生产全程机械化的步伐。

参考文献:

[1] 杨雪梅. 间作作物的磷营养促进作用机理研究[D]. 杨凌:西北

农林科技大学,2000.

- [2] 潘啟通. 我国间作技术发展现状及应用分析[J]. 农家参谋, 2018(12):18.
- [3] 夏海勇,薛艳芳. 玉米花生间套作栽培新技术[M]. 北京:中国农业出版社,2017.
- [4] 张向前,黄国勤,卞新民,等. 红壤旱地玉米对间作大豆和花生边行效应影响的研究[J]. 中国生态农业学报,2012,20(8):1010-1017.
- [5] 廖文超,毕华兴,赵云杰,等. 晋西苹果+大豆间作土壤水分分布及其对大豆生长的影响[J]. 中国水土保持科学,2014,12(1):24-28.
- [6] 王彦飞,曹国璠. 不同间作模式对玉米粗蛋白和粗脂肪含量的影响[J]. 贵州农业科学,2010,38(9):32-34.
- [7] 李艳红. 玉米花生间作体系产量效应分析及其生理基础研究[D]. 泰安:山东农业大学,2019.
- [8] 沈玮因,吴涛,顾国兵,等. 小麦花生玉米间作套种高产高效栽培技术研究[J]. 农业科技通讯,2019(9):191-192.
- [9] 王帅. 长期不同施肥对玉米叶片光合作用及光系统功能的影响[D]. 沈阳:沈阳农业大学,2014.
- [10] 焦念元,赵春,宁堂原,等. 玉米-花生间作对作物产量和光合作用光响应的影响[J]. 应用生态学报,2008,19(5):981-985.
- [11] 梁泉,尹元萍,杨通新,等. 玉米大豆间作试验初步研究[J]. 临沧科技,2005(2):27-31.
- [12] 魏学伦,刘永贤. 春玉米套种秋高粱效益分析及其高产栽培技术[J]. 现代农业科技,2009(15):27.
- [13] 丁国辉. 玉米-大豆间作播种机的设计与相关参数研究[D]. 雅安:四川农业大学,2017.
- [14] 任领,张黎骅,丁国辉,等. 2BF-5型玉米-大豆带状间作精量播种机设计与试验[J]. 河南农业大学学报,2019,53(2):207-212,226.
- [15] 李复辉,杜瑞成,刁培松,等. 舵轮式玉米免耕精量施肥播种机设计与试验[J]. 农业机械学报,2013,44(增刊1):33-38.
- [16] 刘华伟,杜瑞成. 舵轮勾式组合穴播器的研究设计[J]. 农业装备与车辆工程,2010(11):16-18.
- [17] 耿端阳,何珂,印祥,等. 玉米花生间作播种施肥一体机研制与试验[J]. 农业工程学报,2017,33(17):34-41.
- [18] 杨玉国. 内充式花生排种器关键技术与结构创新研究[D]. 淄博:山东理工大学,2013.
- [19] 李鑫,籍俊杰,冯晓静. 勺轮式玉米排种器运动机理的研究[J]. 农机化研究,2019,41(7):57-61,68.
- [20] 凌轩,王旭东. 花生播种机内侧充种式排种器设计与试验[J]. 现代农业装备,2014(5):47-51.