

张 冲,胡志超,邱 添,等. 国内外花生机械化收获发展概况分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(5):13-18.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.05.003

# 国内外花生机械化收获发展概况分析

张 冲<sup>1,2</sup>, 胡志超<sup>2</sup>, 邱 添<sup>1,2</sup>, 吴 努<sup>1</sup>, 王伯凯<sup>2</sup>, 游兆廷<sup>2</sup>

(1. 南通大学机械工程学院, 江苏南通 226019; 2. 农业部南京农业机械化研究所, 江苏南京 210014)

**摘要:**花生的经济效益显著, 种植规模不断扩大, 但收获机械化程度明显滞后。介绍国内外花生种植分布情况, 系统阐述花生人工收获、机械化分段收获、机械化联合收获的 3 个发展阶段, 并对各发展阶段所出现的典型机具的工作原理、工作过程及收获过程所出现的优点、缺点进行分析比较; 同时, 总结国内外花生收获机械的现状和发展动态, 指出发展联合收获机械的重要性与迫切性; 最后, 根据我国花生生产收获的实际情况, 提出相关建议。

**关键词:**花生; 机械化收获; 现状; 发展动态; 建议

**中图分类号:** S225.7<sup>+</sup>3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)05-0013-05

花生, 别称落花生, 豆科一年生草本植物。花生种植历史悠久, 据我国有关花生的文献记载, 我国的花生栽培史约比欧洲早 100 多年, 花生原产于巴西、秘鲁, 明朝传入我国福建省。花生全身是宝, 可利用率极高。秧蔓、花生壳粉碎加工, 可作为动物有机饲料; 花生仁中富含油脂和蛋白质, 既可以直接食用, 有益人体健康, 又可以进行深加工, 是皂和生发油等化妆品的原料。与小麦、玉米等大宗农作物相比, 花生不但产量高, 而且其经济效益更为可观<sup>[1]</sup>。同时, 花生也是我国极具国际竞争力的农作物, 是出口创汇的主要经济作物之一<sup>[2-3]</sup>。

进入 21 世纪, 随着我国城市化进程的快速推进, 城乡人口占比发生了显著的变化, 农业生产劳动力不足的现象愈发突出。加之经济全球化的不断深入, 农机市场竞争愈发激烈。劳动生产力低下与我国花生种植面积和产量逐年增加之间的矛盾、全球化下我国农业机械面临着新的机遇与严峻的考验之间的矛盾, 迫切要求发展花生收获机械化。因此, 了解花生的价值, 分析国内外机械化的现状及我国人口结构的巨变, 对发展我国农业、调整农业结构、实现农业现代化具有重要的指导意义<sup>[4-5]</sup>。

## 1 花生生产种植概况

### 1.1 世界概况

花生在全球种植分布较为集中, 主要集中在北半球温带半湿润季风带地区和南半球半干旱热带地区。发达国家中仅有美国进行了规模化种植, 其种植规模约是我国的 1/10, 花生秧蔓呈匍匐型生长, 日韩种植面积很少; 我国、印度、朝鲜半岛及东南亚等发展中国家种植花生, 由于受地缘因素的影响, 这些亚洲国家种植的花生品种相似, 花生秧蔓主要呈直立型,

其中我国和印度是大规模种植, 我国花生种植面积仅次于印度, 位居世界第二, 但我国花生产量高于印度, 位居世界第一<sup>[6]</sup>。南半球种植花生的区域主要集中在非洲, 其产量和种植面积多年来位居全球前 10 位。总的来看, 七大洲中亚洲、非洲、北美洲广泛种植花生, 欧洲、大洋洲种植的较少。

### 1.2 我国概况

花生种植遍及全国, 我国北方花生种植面积和产量远大于南方。从全国 31 个省(市、区)来看, 除西藏、青海、宁夏和香港等省(市、区)外都有种植。2013 年国家统计局数据显示, 我国花生种植面积约 467 hm<sup>2</sup>, 花生种植面积排名前 5 的省份分别是山东省(104 hm<sup>2</sup>)、河南省(78 hm<sup>2</sup>)、河北省(35.5 hm<sup>2</sup>)、广东省(35 hm<sup>2</sup>)、辽宁省(34 hm<sup>2</sup>); 花生总产量达 1 697 万 t, 花生产量排名前 5 的省份分别是河南省(471 万 t)、山东省(345 万 t)、河北省(130 万 t)、辽宁省(111 万 t)、广东省(99 万 t), 其中山东省花生的种植面积位居全国第一, 约占全国种植总面积的 22%, 河南省花生的产量位居全国首位, 约占全国花生总产量的 28%<sup>[7-9]</sup>。同时, 根据不同的土质、气候差异划分, 从南到北依次是两广丘陵地带、四川盆地、华北平原、环渤海地区。两广地区雨水充沛, 但其地形高低起伏, 种植较为分散; 华北平原地势平坦, 适合规模化种植, 光照时间长, 其中种植面积大、产量高的山东省和河南省就处在这个区域; 环渤海地区地处黄河入海口, 土地肥沃, 水源充足, 花生长势好、产量高<sup>[10-13]</sup>。

## 2 花生机械化收获的发展过程

花生收获是花生生产的最后一个环节, 其适宜收获期较短, 过早过晚收获都会影响花生的质量和产量, 因此, 抓住最佳收获时机就显得尤为关键。花生收获工序较多, 从挖土起秧到摘果晾晒, 整个环节约占花生生产总时间的 1/3。花生的收获经历了人工收获、半机械化收获、机械化收获 3 个阶段<sup>[14]</sup>。

### 2.1 人工收获

在我国花生种植史上, 人工收获经历了很长一段时间。由于长期的闭关锁国, 农业种植技术与机械化程度远远落后于世界农业强国。新中国成立以来, 我国逐渐意识到农业落

收稿日期: 2016-10-09

基金项目: 国家现代农业花生产业技术体系建设专项(编号: CARS-14-机械化装备); 中国农业科学院创新工程“土下果实收获机械创新团队”。

作者简介: 张 冲(1991—), 男, 安徽淮北人, 硕士研究生, 主要从事机械设计及理论的研究。E-mail: 985147419@qq.com。

通信作者: 胡志超, 博士, 研究员, 主要从事农作物收获及产后加工技术装备的研究。E-mail: nfzhongzi@163.com。

后的现状,提出了实现农业现代化的口号,但起步晚、综合国力弱、科研投入不足的现状制约了我国农业现代化的进程。土下果实机械化研究还处于起步阶段,我国花生收获仍主要以人工为主。传统的人工收获是借助挖掘工具起秧,然后经人工甩土摘果,最后晾晒归仓<sup>[15]</sup>。人工收获机动性强、灵活度高、不受天气和收获时令的影响,适合小面积、地形不规整等难以用机械化收获的场合。但工作人员劳动强度大、工作效率低、生产成本低,随着我国综合国力的提高,国家对农业投入的增强,花生收获机械化水平不断提高,人工收获的局面逐渐消失,机械化代替人力的现代化农业已见雏形。

## 2.2 半机械化收获

半机械化收获是花生人工收获向机械化收获的过渡,是人们探索机械化收获的必要阶段。半机械化收获是指机械化分段收获或先用机器完成花生收获的前道工序,然后再通过人力完成后道工序。

**2.2.1 机械化分段收获模式** 采用分段收获的国家以美国为主,美国种植的花生呈蔓状生长,其茎叶紧贴地表且成熟期较长,为一年一熟型农作物。现存的机械化分段收获模式有 3 种<sup>[16]</sup>。第 1 种模式是美国常用的收获模式,即用机器代替人工挖掘,并清除花生荚果上的泥土,然后将花生植株翻转,达到果实朝上、茎叶朝下的目的,整齐地铺放在田间晾晒,果实可以充分暴露在阳光下,同时,其表面空气流速较快,可以加快水分蒸发,待晾晒一段时间后,再用翻铺机调整植株的铺放位置,晾晒花生的另一面,待花生果实水分降到 20% 以下时,再用捡拾联合收获机完成摘果、清选、秧蔓处理等工序,最后将收获后的花生果再一次集中晾晒,待水分降到入库存储的要求时,就完成了收获。第 2 种模式是用机器代替人工挖掘,并清除花生荚果上的泥土,然后将花生植株翻转,达到果实朝上、茎叶朝下的目的,整齐地铺放在田间晾晒,待晾晒水分达标时,再人工捡拾装车,运送到平坦的场地进行机器摘果、清选、秧蔓处理,最后将收获的花生果再一次集中晾晒,待水分降到入库存储的要求时,就完成了收获。第 3 种模式是用机器代替人工挖掘,并清除花生荚果上的泥土,然后收集堆放至空旷地带,用花生摘果机器就近摘取鲜果。

花生分段收获常用的机械设备有挖掘犁、挖掘(收获)机、摘果机、复收机、捡拾联合收获机等<sup>[17]</sup>。

**2.2.2 花生挖掘犁(机)** 花生挖掘犁(机)体积小、质量轻,构造极为简单,形似农家常用的耕地犁具,有些农户甚至就用耕地犁具替代挖掘犁,两者的收获效果并没有很大差异。挖掘犁(机)操作简单,通用性强,可以用手扶拖拉机或四轮拖拉机作为动力源,挖掘花生时先要对行,调节挖掘深浅,做到不漏挖、不破损花生,同时又能减轻牵引拖拉机的负载,节约能源,待花生犁起,人工进行甩土,以便后期摘果。江苏省徐州农机研究所研制生产的 4HW-60 型花生挖掘犁是这类机型的典型代表,如图 1 所示,4HW-60 型花生挖掘犁构造简单、销售价格低、工作性能好,挖掘花生时,既可手动控制挖掘路线又可调节挖掘深度,从而避免花生漏挖和破果,其实用性强,工作效果好,缩短了花生收获农时,解放了农民挖掘花生时的体力劳动,深受农户们的喜爱<sup>[18-19]</sup>。但它只能完成花生收获时的挖掘环节,对后续的除土、铺放环节并没有任何帮助,其功能有待进一步完善。

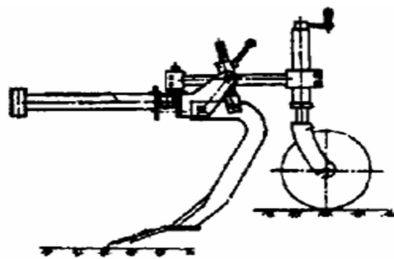


图1 4HW-60 型花生挖掘犁

**2.2.3 花生收获(挖掘)机** 花生收获机克服了挖掘犁单一挖掘的现状,在挖掘花生的同时,也能实现除土和铺放的目的,从动力来源方面看,属于牵引型收获机。工作时,由四轮拖拉机作为动力源,将花生植株铲起后,经抖动去土后,整齐有序地铺放在后面的已挖区,但后续仍需人工完成摘果或经过摘果机摘果。由于国外花生一年一熟,不须要抢收后很快种植其他农作物,常采用分段式收获模式,即用机器代替人工挖掘,并清除花生荚果上的泥土,然后将花生植株整齐地铺放在田间晾晒,以便下一道工序的进行。美国凯利制造公司(Kelley manufacturing corporation,简称 KMC)生产的 2、4、6、8 行系列花生收获机(图 2)和 AMADAS 公司生产的 ADI 型 2、4、6、8、12 行系列花生收获机(图 3)是这类机型的典型代表。其中,KMC 的产品集挖掘、清土于一体,研发过程中解决了挖掘速度、夹持速度、除土器振动频率之间的协调同步性问题;AMADAS 公司的产品是针对特定花生品种和作业环境专门研制的专用机型,能够满足不同条件下的花生收获<sup>[20]</sup>。上述 2 家公司的产品工作原理相同,优点是生产效率高,损失率低,但仍存在集成度不高的问题,收获过程中还需人或他机具参与,才能完成花生收获的所有工序。

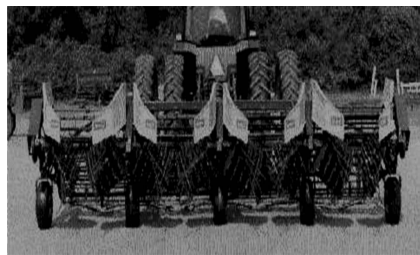


图2 KMC 4 行花生收获机

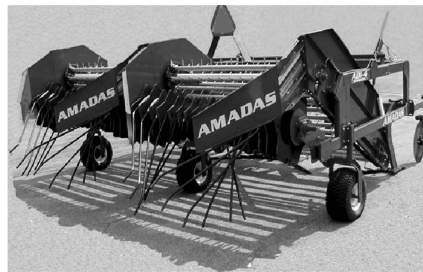


图3 AMADAS 4 行花生收获机

美国花生收获机适合于美国的花生品种及种植模式,对我国的花生收获适应性不强。新中国成立后不久,我国便开始研制花生收获机,比西方国家晚了约 20 年。最初是仿照美国花生挖掘机进行开发研究,产品有 4HW-1100 型花生收获机、4H-800 型花生收获机(图 4)、4H-1500 型花生收获机

(图 5)等,其中,4H-800 型、4H-1500 型花生收获机仍采用铲链结合的结构,从机器性能来看,其工作稳定可靠,漏挖率和损伤率都很低,是现阶段最受农户欢迎的机型<sup>[21-22]</sup>。其中,4H-800 型收获机是我国最典型的分段收获机械,用四轮拖拉机作为动力源,将挖掘机与四轮机通过销连接,完成花生收获的前道工序,后道工序再由人工或其他机械完成。工作时拖拉机提供牵引力,根据土质的硬度及含水率,可人为调控挖掘速度和深度,挖掘铲将花生铲起,经传动系统输送到振动筛抖土,该振动筛采用等惯量自平衡装置,其运行平稳、振动性小,驾乘人员轻松舒适,最后经过密植栅格侧尾结构将花生植株整齐有序地铺放在四轮机后的已挖区,以便人工或机械进入农田进行后续工作,不会对未挖区造成损害。这种机型的推广得到了农户的一致好评,真正意义上实现了人工收获向机械化收获的转变,但只能完成花生收获的前道工序,并不是严格意义上的机械化收获,同时受自身复杂结构的影响,机体较重、耗能较高,需要大中型拖拉机作为动力源,不适合现阶段我国花生种植面积小而散的现状,因此并没有大范围改变传统的人工收获模式。



图4 4H-800 型花生收获机



图5 4H-1500 型花生收获机

青岛农业大学与青岛万农达花生机械有限公司合作,根据我国花生现阶段的垄作覆膜种植模式,成功研制出了4H-2 型花生收获机(图 6)<sup>[23]</sup>,它采用反向等角度摆动结构原理,集挖掘和分离于一体,可以 1 次完成挖掘和分离泥土 2 道工序,结构紧凑、工序较少,提高了生产效率,它还具有切割地膜的功能,在收获花生的同时,顺便把花生垄上的残膜回收,减少了土地中的残膜污染。收获部件采用反平行四边形结构原理,机构做反向等角度摆动,可以将挖掘去土后的花生植株有序地铺放在已挖区,以便后续工作的进行。收获部件运行平稳,传动部件运转阻力小,耗能低。4H-2 型花生收获机工作效率高,所需牵引力小,小型农用四轮拖拉机就能满足动力需求,机体体积小、重量轻,不会造成土地板结,可调控挖掘深度,损伤率小,机体还带有回收田间残膜的装置,避免了

白色污染又可以改善土壤的通透性,保证水肥可以正常被农作物吸收,下茬农作物可以较好地生长。



图6 4H-2 型花生收获机

2.2.4 花生复收机 花生复收机是将挖掘收获时漏挖的花生果实翻出至地表,以便人工捡拾,减少花生损失率,提高花生总产量。这道工序是在花生挖掘机作业完成,花生植株被运走后进行的,主要是解决人工收获或挖掘机漏挖率高的问题。山东省烟台市农业机械科学研究所研制的 4HF-1100 型花生复收机,与四轮拖拉机配合使用,复收效率高,收净率约为 90%,极大地节省了因损失率过高而返工费时的问题,4HF-1100 型花生复收机曾在山东省各地级市的农田中进行试验和推广<sup>[24]</sup>。但我国北方农作物大多是一年两熟,南方部分地区(广东省)是一年三熟,花生收获完成后要为下茬作物播种做准备,不允许在田间晾晒,同时,随着机械收获技术不断成熟,机械化收获损失率降低,造成花生复收机现阶段的效益较差,花生主产区基本已经不再使用花生复收机,科研单位也已经终止了花生复收机的研究。

2.2.5 花生摘果机 花生摘果机是模拟人工甩捋摘果方式,将花生果实从花生植株上分离出来的机械。其摘果动力由四轮拖拉机或手扶拖拉机通过三角带提供,工作负荷不大且可控,摘果效率是人工摘果的数十倍,很大程度上减轻了农户摘果环节的体力劳动,缩短了摘果农时,避免了因花生堆放过久而引起霉变。该机体体积小、重量轻、移动方便、功能单一、操作便捷,其工作过程是拖拉机消耗化石燃料提供动力,摘果机旋转空转,人工喂入带有果实的花生秧蔓,经过摘果器拍打捋拉,分离果实和花生秧,果实掉在风筛上,风筛一边抖动一边受到来自鼓风机的风吹,完成了清选除杂。工作效率、摘净率、损伤率是衡量摘果机性能的重要指标。按喂入方式的不同,摘果机可分为半喂入式和全喂入式<sup>[25]</sup>。

2.2.5.1 半喂入式摘果 半喂入式花生摘果机如图 7 所示,夹持链条夹持花生植株,向摘果机构移动,摘果机构由刮板交互排列、转向相反的一对滚筒组成;高速旋转的滚筒连续甩打经过的植株,将秧果分离,完成摘果工序。半喂入式花生摘果机功耗小,一般拖拉机就能满足动力需求,干湿植株均可摘果,鲜株摘果效果好,摘果后抛出的秧蔓堆放有序,便于人工收集码放、损坏率低、顺畅性好,对作业环境要求不高,可以任意选择一片农田进行摘果,但其工作效率比全喂入式低,传动系统复杂。

2.2.5.2 全喂入式摘果机 全喂入式摘果机如图 8 所示,主要用于晾干后的花生摘果,在气候较为干燥的北方使用较多。在其作业时,将整株花生喂入进料口,花生植株随摘果滚筒做圆周运动,花生荚果受离心力和摘果滚筒摩擦力的双重作用



图7 半喂入式花生摘果机



图8 全喂入式花生摘果机

与植株分离,经撞击拍打脱落的花生荚果掉到风筛上,风筛振动除去风筛上较重的泥土,同时受到风机的作用,清除掉较轻的枝叶,最后将清选后的荚果经运送带送往集果箱。其摘果效率高,受外界环境干扰小,摘果适应性好,但能耗高,荚果损伤率高,顺畅性差,易受残膜缠绕造成拥堵。

我国花生主产区在河南、山东、辽宁、河北等省份,以家庭为单位种植,种植面积小而分散,且花生收获后还要播种下季作物,造成收获时间有限,且花生主产区秋季天气阴沉多雨,花生晒干较慢,容易导致花生腐烂霉变,造成农户收获繁忙,劳动强度大。摘果机的出现可以应对摘果工序耗时多的难题,将收获后的荚果运送晾晒,避免阴雨天气出现堆放变质的现象。但上述针对花生收获的机器只能完成花生收获中的一道或几道工序,人们迫切希望研发出一次性完成所有工序的机型。

### 2.3 机械化联合收获

花生联合收获机集成度高,可以一次性完成花生收获的所有工序,效率高、作业质量好。现阶段的花生联合收获机由底盘、挖掘铲、传动链、摘果滚筒、振动风筛、输送带、集果箱、液压泵、角度传感器等主要部件组成,是机电一体化的成果。典型的代表有 4HD-1 型、4HSW-1400 型、4HLB-2 型(图 9)联合收获机,其中,4HD-1 型联合收获机的柴油机动力为 11.0~14.3 kW,工作效率为 0.053~0.100 hm<sup>2</sup>/h;4HLB-2 型联合收获机采用挖拔组合方式挖起花生植株,即先用挖掘铲松土,然后经夹持链拔起,夹持链给花生植株一个垂直向上的起拔力和沿着链条的输送力,保证植株能够顺利地传到下一道工序,该机作业性能稳定,可以一次性收获荚果,节约大量农时,摘果装置为半喂入式,能耗低,适合鲜株摘果,摘果滚筒转动方向相反,有利于摘净荚果,减少荚果破损率,作业顺畅性好,不会因残膜而引起缠绕拥堵<sup>[26-28]</sup>。但其受花生品种和种植模式的限制,适合收获垄作直立型花生,而且还要找准最佳收获时机,收获效果才会好。莱阳农学院和青岛万农达花生机械有限公司合作研制的 4HQL-2 型全喂入式花生联

合收获机(图 10),采用履带自走式底盘,其动力源为 QC495 L 柴油发动机。采用履带行走,可以增大与农田的接触面积,减小压强,不会造成土壤板结。收获时对行作业,可以减少漏挖率和破损率,提高整体收获质量。该联合收获机有以下 3 个创新点:(1)拨禾装置由分禾器、扶禾器和带齿链条组成,纵向交叉的拨禾链将收拢的花生秧蔓拨向夹持传送端,该装置适应不同花生品种且可以收获倾斜倒伏的花生。(2)三带夹持原理首次出现在夹持输送装置上,此装置夹持可靠,生产制造方便,使用简单。(3)振动除土装置模仿人工除土设计,振动频率高、去土干净、掉果率低、生产制造简便。



图9 4HLB-2 型花生联合收获机



图10 4HQL-2型花生联合收获机

我国台湾地区开展花生收获技术的研究较早,其技术水平较成熟,已经实现了机械化播种收获。我国台湾地区研发出的产品成为大陆乃至东南亚各国借鉴模仿的典型代表,其产品的工作过程是分禾器将杂乱缠绕在一起的植株分开,扶禾器将花生秧蔓收拢扶正,挖掘铲挖掘出土,经夹持链传送到振动除土机构,将去土后的植株输送到摘果装置,摘下的果实经筛选后,干净的花生荚果经带式输送机运送至集果箱,摘果后的花生秧蔓整齐有序地抛洒在已收区,完成花生的全部收获。台湾花生联合收获机种类较多,有大地菱农业机械股份有限公司的 TBH-3252 型花生联合收获机、台湾振发机械有限公司的 CF525 挖拔组合式半喂入自走联合收获机等。其中,TBH-3252 型挖拔组合式花生联合收获机采用自走履带式行走装置,可以一次性完成花生收获的所有工序,能耗低、荚果损伤率低、适用于鲜株摘果,是现阶段我国功能最齐全、集成度最高的花生联合收获机<sup>[29]</sup>。

由于全球各国种植模式和研发力度参差不齐,发达国家花生生产已进入机械化播种收获时代,发展中国家和落后国家花生收获还处在半机械化和传统的人工收获阶段。现阶段,我国花生主产区正在推广花生机械化收获装备,一些贫穷落后的地区仍然延续着人工收获的现状。但花生联合收获已是大势所趋,联合收获机械正处在积极有序的研发和试验阶段,有些机型正处在逐步商品化的阶段。

### 3 花生机械化收获的发展现状及趋势

#### 3.1 国内外花生机械化收获的发展现状

由于发达国家的经济发展水平较高,对农业科研投入力度大,农业机械化发展迅猛,花生收获机械研究开发已日渐成熟,早在 20 世纪 40 年代末就已实现了农业机械的专用化、标准化、系列化。美国地广人稀,多为大型农场种植,花生收获机械以联合大型全喂入牵引式为主,采用轮式拖拉机作为动力源。欧洲国家花生机械产品多种多样,有联合收获机械和分段收获机械,联合收获以牵引式为主,自走式较少。日本、韩国和我国台湾在花生等根茎类收获技术装备方面的研究也较早,部分技术已经成熟,由于生产规模、种植制度和气候等条件与我国大陆比较接近,其有些产品成为我国大陆和东南亚国家效仿的典型。但其根茎类收获机械与欧美国家有较大的差别,其一在于它以中小型为主,配套动力多在 36.77 ~ 44.13 kW 之间;其二在于它以半喂入挖拔组合式联合收获为主;其三在于它以履带自走式为主,牵引式较少。印度、越南等国家是花生、马铃薯等种植大国,但花生、马铃薯等生产机械化水平都很低,在某些方面还落后于我国。目前,印度、越南等国家正在参照日本、我国台湾等的设备进行国产化开发。

近几年,随着我国花生、马铃薯等土下果实国内外需求的不断增加,国家对农业的投入进一步增大,我国根茎类收获机械迎来了新的发展机遇,已经研发出一些土下果实收获机械,但耗能、拥堵、缠绕等问题依然严峻<sup>[30]</sup>。总的来说,目前我国根茎类作物收获机还处于研发的初级阶段,主要是以借鉴效仿为主,所生产出的机械耗能高、适应性低的现状还没有完全解决,根茎类联合收获机械还处在试验优化阶段。

#### 3.2 国内外花生机械化收获的发展趋势

我国花生机械的研发在自主创新方面还较少,大部分是消化吸收国外的先进成熟技术,同时结合我国花生种植收获的实际情况,研发出适合我国国情的花生收获机械,在联合收获机械方面,更是多从国外吸收引进<sup>[31]</sup>。随着花生育种技术、种植农艺的提高,全球花生的产量和种植规模逐步扩大。国外发达国家的花生收获机械正依照本国的种植特点,普遍采用计算机、电子、液压等新技术,向着大型化、机电一体化、自动化、智能化、更可靠、更安全的方向发展,高效、快速、宽幅、大功率自走式联合收获呼之欲出。一些科技水平领先的国家已将高精尖技术应用到农业机械装备上,自走式花生播种机和收获机已采用全球定位系统导航技术、图像识别技术等实现播种的整齐规范化和收获时的自动对行限深,花生机械装备正逐步朝着适应性强、可靠性高、生产成本低、播种整齐规范化、收获智能人性化的方向发展。德国的花生机械化装备采用图像识别技术和液压电磁阀控制技术,实现了智能化收获,降低了损失率。收获过程中实现了实时自动对行和限深,使收获更加精准,生产效率进一步提高,驾乘人员的安全性和舒适性得到相应的重视。专门化和复合式农机具的研发齐头并进、生产效率的提高、智能化技术的应用,进一步加强了花生收获装备的适应性和可靠性,有利于宣传推广和降低花生生产成本,为机械化又好又快地推进奠定了坚实的基础。

### 4 建议

根据我国花生生产种植模式、机械化发展的现状及国外先进农机发展动向,拟从以下 4 个方面提出相应的建议:

(1) 制定科学合理的机械作业规范与农艺标准。农机研发部门和农艺科研单位协作攻关,根据不同地区土壤性质、种植农艺,有针对性地推广适合机械化作业的花生品种和种植模式。

(2) 坚持自主研制为主,学习国外先进技术为辅。各国之间的竞争,归根结底是科学技术的竞争,我国应加大科研资金投入力度,研究出具有自主知识产权的农机设备。同时,也应该借鉴国外先进技术,总结先进技术的优缺点,去其糟粕,取其精华。

(3) 农业机械由中型、小型向大型智能化方向发展。目前,我国农业种植面积小而散,生产力相对落后,农民收入普遍较低,购买能力有限,中型、小型花生机械化生产是当下的主流,仍须持续较长一段时间。但随着我国城市化和工业化的不断深入,农村闲置土地增多,花生种植面积逐步向大型化、集中化方向发展,以后花生机械收获的研究也应该向大型、联合、智能方向发展,以适应今后的生产种植模式。

(4) 严格机械化设备质量把关,健全售后服务体系。生产农机具的公司应做到设备材料过硬、零件加工精度高、生产工艺较先进,从而使农机具的质量提高一个档次。建立健全售后体系,使农民朋友减少购机的后顾之忧。同时,培训农民机手驾驶技能,可以避免因操作不当而引起的机器损伤。

#### 参考文献:

- [1] 张智猛,胡文广,许婷婷,等. 中国花生生产的发展与优势分析[J]. 花生学报,2005,34(3):6-10.
- [2] 段淑芬,胡文广. 世界花生生产及贸易展望[J]. 中国农学通报,1990,6(2):21-25.
- [3] 滕美茹,田立忠,陈广成. 花生收获机的现状与展望[J]. 农机化研究,2011,33(10):211-215.
- [4] 吕小莲,王海鸥,张会娟,等. 国内花生机械化收获的现状与研究[J]. 农机化研究,2012,34(6):245-248.
- [5] 赵荣东. 发展花生收获机械化迫在眉睫[J]. 农业机械,2004(9):4.
- [6] 胡志超. 半喂入花生联合收获机关键技术研究[D]. 南京:南京农业大学,2011.
- [7] 周德欢,胡志超,于昭洋,等. 花生全喂入摘果装置的应用现状与发展思路[J]. 农机化研究,2017,39(2):246-252.
- [8] 王 艳. 中国花生主产区比较优势研究[D]. 南京:南京农业大学,2013.
- [9] 曹 阳,胡继亮. 中国土地家庭承包制度下的农业机械化——基于中国 17 省(区、市)的调查数据[J]. 中国农村经济,2010(10):57-65.
- [10] 马建民,张 飞,楚宜民. 河南省花生收获机械现状研究[J]. 农业机械,2009(4):82-85.
- [11] 邓 丹,王 莹. 辽宁花生产业发展探讨[J]. 农业科技与装备,2011(6):151-152.
- [12] 冯晓静,易克传,高连兴. 河北省花生生产特点与机械化收获问题研究[J]. 中国农机化学报,2013,34(1):22-25.
- [13] 董文召,张新友,韩锁义,等. 中国花生发展及主产区的演变特征分析[J]. 中国农业科技导报,2012,14(2):47-55.

白英豪, 张晓丽, 李明军. 秋水仙素诱导丹参多倍体研究进展[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(5): 18–20.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.05.004

# 秋水仙素诱导丹参多倍体研究进展

白英豪<sup>1</sup>, 张晓丽<sup>1,2</sup>, 李明军<sup>1,2</sup>

(1. 河南师范大学生命科学学院, 河南新乡 453007;

2. 河南省高校道地中药材保育及利用工程技术研究中心/河南省绿色药材生物技术工程实验室, 河南新乡 453007)

**摘要:**对丹参进行多倍体育种可提高其产量和品质, 秋水仙素诱导法是育种方法之一。笔者对秋水仙素诱导丹参多倍体的主要方法、影响诱导效果的主要因素以及主要的多倍体鉴定方法进行了综述。

**关键词:**丹参; 多倍体; 秋水仙素; 诱导方法; 影响因素; 多倍体鉴定方法

**中图分类号:** S567.5<sup>+</sup>30.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)05-0018-03

丹参(*Salvia miltiorrhiza* Bunge.) 是唇形科鼠尾草属多年生草本植物, 根部色红可入药, 具有活血化瘀、清心止痛等功效<sup>[1]</sup>, 主要分布于我国辽宁省、河北省、河南省、甘肃省、四川省等地区, 根据产地、性状不同有白花丹参、紫花丹参、南丹参、川丹参、甘肃丹参、山东丹参、裕丹参等许多品种。随着丹参在临床上越来越广泛的应用, 其药用价值日渐被人们重视, 而生产中丹参良种短缺、种性退化, 产量和品质下降, 因而培育高产优质的新品种势在必行。

多倍体现象普遍存在于植物界中, 许多重要的经济作物和粮食作物都是多倍体, 而许多物种在进化过程中都经历了多倍化与“多倍体二倍化”过程<sup>[2]</sup>。多倍体植物具有营养器官的巨大性<sup>[3]</sup>、抗逆性增强、生长率提高、有效成分含量增加

等特点, 而这些特点完全符合优质药材的要求, 因而染色体多倍化成为药用植物育种的重要方向之一。自然界多倍体虽然分布广泛, 但数量有限<sup>[4]</sup>, 因此, 需要人工诱导, 利用秋水仙素是诱导植物多倍体最常用的方法之一。秋水仙素可阻碍细胞分裂中期纺锤丝的形成, 使有丝分裂被迫中断<sup>[5]</sup>, 但细胞和细胞质并不分离, 从而使染色体加倍。

丹参的染色体组基数较小( $x=8$ ), 诱导多倍体易于成功, 且染色体计数较为容易; 为异花授粉植物, 有很高的遗传多样性, 易于筛选优良株系; 并可行无性繁殖, 规避了多倍化后的不育问题; 以块根为药用部位, 可以充分利用多倍化所造成的营养器官的巨大性而提高产量, 这些特征使丹参成为多倍体育种的典型材料, 近年来, 有学者对丹参进行多倍化遗传改良, 高山林等获得了丹参同源四倍体<sup>[6]</sup>, 并选育出四倍体优良品系 61-2-22<sup>[7]</sup>; 段英姿获得了南丹参的不同多倍体株系<sup>[8]</sup>; 陈力等对白花丹参进行了同源四倍体诱导<sup>[9]</sup>; 刘竟飞等通过杂交后诱导获得了丹参异源四倍体<sup>[10]</sup>; 吴顺等对紫花丹参进行多倍体诱导等<sup>[11]</sup>。众多研究中, 秋水仙素是最常用的多倍体诱变剂, 笔者对秋水仙素诱导不同品种丹参多倍

收稿日期: 2016-10-26

基金项目: 国家中医药局中医药行业科研专项子课题(编号: 201407005)。

作者简介: 白英豪(1991—), 男, 河南信阳人, 硕士研究生, 研究方向为药用植物生物技术。E-mail: baiyinghaobt@sina.com。

通信作者: 李明军, 博士, 教授。E-mail: limingjun2002@263.net。

[14] 胡志超, 王海鸥, 胡良龙. 我国花生生产机械化技术[J]. 农机化研究, 2010, 32(4): 240–243.

[15] 胡志超, 王海鸥, 彭宝良, 等. 国内外花生收获机械化现状与发展[J]. 中国农机化, 2006(5): 40–43.

[16] 王伯凯, 吴 努, 胡志超, 等. 国内外花生收获机械发展历程与发展思路[J]. 中国农机化, 2011(4): 6–9.

[17] 尚书旗, 刘曙光, 王方艳, 等. 花生生产机械的应用现状与进展分析[J]. 花生学报, 2003, 32(增刊1): 509–517.

[18] 尚书旗, 刘曙光, 王方艳, 等. 花生生产机械的研究现状与进展分析[J]. 农业机械学报, 2005, 36(3): 143–147.

[19] 尚书旗, 王方艳, 刘曙光, 等. 花生收获机械的研究现状与发展趋势[J]. 农业工程学报, 2004, 20(1): 20–25.

[20] 杨然兵, 尚书旗, 王方艳, 等. 花生收获机械的应用现状与进展[J]. 农业机械, 2008(2): 26–28.

[21] 尚书旗, 王延耀, 周亚龙. 花生收获机的应用现状与推广[J]. 农机科技推广, 2004(8): 10–11.

[22] 尚书旗, 周亚龙, 王晓燕, 等. 三种花生收获机的作业性能对比试验研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(6): 150–153.

[23] 杨然兵, 徐玉凤, 尚书旗, 等. 花生联合收获机去土装置的设计与对比试验[J]. 农机化研究, 2009(6): 106–109.

[24] 沈庆彬, 唐洪杰, 陈香艳, 等. 花生收获机械的应用与发展[J]. 农业科技通讯, 2013(5): 214–215.

[25] 余泳昌, 刘文艺, 冯春丽. 花生收获机械发展与应用现状[J]. 山东农机, 2005(6): 10–11.

[26] 胡志超, 王海鸥, 王建楠, 等. 4HLB-2 型半喂入花生联合收获机试验[J]. 农业机械学报, 2010, 41(4): 79–84.

[27] 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.

[28] 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.

[29] 王方艳, 尚书旗. 常用花生收获机性能对比试验[J]. 农业机械, 2009(1): 80–81.

[30] 杨然兵, 尚书旗. 花生联合收获机柔性夹持装置设计与试验[J]. 农业机械学报, 2010, 41(8): 67–71.

[31] 彭宝良, 胡志超, 张会娟, 等. 江苏省花生收获机械化概况与发展对策[J]. 农业机械, 2008(5): 54–55.