

阙祖亮, 庞丹清, 陈 勇, 等. 三七的种植及采收加工现状[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(4): 41–46.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.04.006

三七的种植及采收加工现状

阙祖亮¹, 庞丹清¹, 陈 勇¹, 陈子隽¹, 李金洲¹, 魏江存²

(1. 广西中医药大学药学院, 广西南宁 530020; 2. 广西国际壮医医院, 广西南宁 530001)

摘要:三七是我国名贵中药材, 在不同领域有着广泛的应用, 其食药价值的发掘, 使得其得到越来越多的学者研究。三七产业发展前景良好, 为了更好地合理开发和利用, 因此, 本文综述了近十几年来三七品种选育、种植选地、病虫害防治、采收加工等方面的研究状况, 并提出三七产业在今后发展的一些建议, 为三七进一步的开发研究及应用提供参考依据。

关键词:三七; 种植; 采收; 加工

中图分类号: S567.23+6.04; S567.23+6.09 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)04-0041-05

三七[*Panax notoginseng* (Burk) F. H. Chen], 五加科(Araliaceae)人参属多年生草本植物, 别称金不换等, 是我国名贵的中药材, 也是很多中成药的主要原料之一。常以根和根茎入药, 具有活血化瘀、消肿止痛的功效, 对治疗跌打损伤、外伤出血等症状有较好功效^[1]。地道药材三七主产区位于云南省和广西壮族自治区^[2-3], 在广西有悠久的历史, 当地人习惯称三七为“田七”, 常在海拔 400 ~ 1 800 m 的人工坡或森林下种植。由于三七具有较高的药用价值, 其市场前景非常广阔, 市场需求增加, 供应短缺, 且目前三七药材的供给大部分来源于培植, 野生三七资源相当匮乏。人工栽培三七已经有 400 多年历史^[4], 三七的原产地云南文山州, 是该地区的支撑产业。目前, 随着产业规模的不断扩大, 三七种植业面临着众多挑战。本文综述了三七品种选育、种植选地、病虫害防治、采收加工等方面研究状况, 并对今后三七种植加工和产业发展作了一些展望。

1 三七的种植

收稿日期: 2018-10-29

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 81660701); 国家中医药管理局课题(编号: 2YB2H-C-9X-09); 广西自然科学基金(编号: 2016GXNSFAA380148); 广西高校中药提取纯化与质量分析重点实验室基金(编号: 桂教科研[2014]6号)。

作者简介: 阙祖亮(1991—), 男, 广西博白人, 硕士研究生, 从事药物质量控制研究。E-mail: wjc2553@163.com。

通信作者: 陈 勇, 教授, 硕士研究生导师, 从事中药及其制剂质量分析研究。E-mail: cy6381@163.com。

1.1 品种选育与等级研究

种子的质量是三七品质的源头保障, 种子质量参差不齐, 对药材的产量以及质量影响极大。云南文山三七研究院和文山苗乡三七公司建立的三七种质资源圃, 为三七新品种的选育提供硬件支持。张金渝等通过分析不同三七选育品系的遗传变异分化程度, 并据此设计和开发 17 对 EST(表达序列标签)-SSR(简单序列重复)引物, 大大缩短了育种周期^[5]。还有研究报道利用药用植物 DNA 标记技术辅助育种, 提高选育率, 为三七的品种选育提供了理论支持^[6-8]。韩春艳等参照农作物种子质量分级标准, 制定了三七种子质量分级标准, 为鉴定种子以及检验提供保障^[9]。

1.2 种子前处理

挑选出高大的、茎秆粗壮的健康母株, 科学管理, 细心照料, 到 11 月左右选择前 2 批饱满、健康的果实(红色籽)留种^[10]。经过保存后的种子在播种前还要经过挑选, 剔除霉变的种子, 再消毒即可播种。

1.3 选地

文山州地处低纬度高原地区^[11], 冬暖夏凉, 热量丰富, 雨量集中, 为三七的种植提供了比较优越的自然环境。种植三七对土壤、气候环境等要求比较苛刻, 在土地的选择上尽量选择背面阴凉的缓坡地, 坡度在 5°~10°较佳, 太陡水土流失严重, 平原排水不佳。三七喜欢生长在土层深厚而肥沃的土壤, 属于喜阴植物, 在温暖潮湿的条件下长势较好。三七忌酷热, 喜温凉, 一般栽培于海拔 1 500 m 左右的山地上, 对土壤的要求相对于其他中药材来说没

那么苛刻,土壤的最佳 pH 值为 6~7^[12],富含腐殖质的疏松沙壤土土质最佳,土壤含水量要求在 25%~30% 之间。正是由于三七这样的特殊要求,很多地方都不适合栽培三七,这也正是三七价格普遍偏高的原因之一。杨春艳等为此建立了一种基于傅里叶变换红外光谱 (FTIR) 结合光谱检索的三七种植土壤类型鉴别技术,为三七品质鉴定提供了快捷、方便的途径^[13]。这种技术的推广,对药农种植选地有一定的帮助,但是对于居高不下的价格还是没有实质性的作用。

1.4 园地建设

三七是一种喜阴植物,所以在栽培三七时要搭荫棚。荫棚的高度一般在 0.9~2 m 之间,多为平顶式,在荫棚的四周用篱笆围起来。在遮阴棚设置多个园口,方便对园内气候进行调节。搭建荫棚的材料一般选用三七专用的遮阳网,也可以用树枝、秸秆等材料。崔秀明等研究发现,荫棚的透光率在 7%~12% 时栽培三七最佳^[14]。如果透光率超过 30%,产量就会明显下降,高透光已经超出了三七对光照的承受极限^[11]。有经验的药农会根据三七的长势适当调整荫棚的透光率,以获得更高产量。

1.5 播种和放苗

在将种子消毒之后,一般在 12 月到翌年 1 月播种,按照株行距 5 cm×6 cm 进行播种,因为三七属于密集型种植,主要以手工播种为主,劳动强度大^[15]。高筱钧等研究设计了一种气吸滚筒式精密排种器,这种精密的排种器有望能有效解决三七机械化精密播种的问题^[16]。

1.6 影响种植的因素

目前三七的栽培大多采取育苗移栽的方式,通常会选取 1 年生的三七的根来作种苗^[17]。云南文山州的三七种质较佳,栽培户都会选取文山州的种苗来种植三七。

在三七不同的生长周期中,其所需要的温度、光照、湿度、土壤等都会有差异,种植户会根据其生长规律,在温度适宜、日照时间变化稳定的区域种植三七,这样有利于三七皂苷的积累。

1.6.1 光照影响 光是植物生长的重要因子之一,植物生长发育离不开光,王朝梁等研究发现,长日照而低光照度的条件对优质三七的形成十分有利,1~3 年生的三七对光照度的需求各不相同,呈逐步增加的趋势,1~3 年生的三七通常需要光照度 8%~12%、12%~15%、15%~20%。

1.6.2 土壤影响 除了光照影响以外,土壤对种植三七也是一个非常关键的因素,土壤环境的质量直接影响三七的药材道地性。除了酸白泥土和黏重土不适合种植以外^[20],其他土壤均可以种植三七,但并不一定是最合适的种植土壤类型。土壤类型不同,使得三七皂苷的含量也不尽相同,在火山岩红壤种植的三七的皂苷含量最高^[21]。N、P、K 这 3 种元素是三七生长的主要营养元素,崔秀明等研究发现,通过合理使用 N、P、K 肥可以提高三七的产量^[21]。

1.6.3 温度影响 三七是一种喜阴植物,对温度十分敏感,而云南省文山州地处低纬度地带,冬暖夏凉,为三七的生长发育提供了适宜的气候。出苗期三七的适宜温度为 20~25℃,土壤温度宜为 10~15℃,持续低温会冻伤三七种苗。在三七的生长期,适宜生长温度在 20~25℃,土壤温度 15~20℃^[22]。

1.6.4 湿度影响 在三七的生育期,对湿度的要求较高,要求保持 25%~40% 的土壤水分才能正常生长,园内相对湿度在 70%~80%^[23]。在雨季的 5—10 月完全可以依赖大气水分,而在其他月份须要人工浇灌,维持湿度。

1.7 三七连作障碍

由于中药材的道地性,限制了三七的种植面积。三七连作栽培往往会加剧病害,造成产量降低,影响药材的品质。如何克服三七连作障碍,是提高三七药材产量与品质的关键。

三七的连作障碍与土壤微生物群落结构变化有着紧密的联系,杨建忠等研究了三七连作障碍的发生机理,发现导致三七连作障碍的 4 个方面的原因分别是土壤的理化性质恶化、微生物群落演变、土壤酶活性的下降和根际自毒物质的积累^[24]。

杨建忠等还研究了轮作时间对三七的生长影响,发现轮作年限越短,三七出苗率越低,并且根腐病越严重,延长轮作年限,三七出苗率和存苗率会相应提高,根腐病发病率相应降低^[25]。

1.8 病虫害防治研究

由于三七生长在温暖潮湿的环境中,很容易受到各种有害生物的危害,陈昱君等对文山三七种植基地的病害进行调查鉴定时发现,常见的三七病害种类有细菌性根腐病、立枯病、三七炭疽病和三七黑斑病等 18 种侵染性病害^[26]。目前制约三七发展的最严重的病害有 6 种,即植株黄化枯萎型根腐病、

黑斑病、圆斑病、灰霉病、疫霉病和白粉病,其中根腐病一直是最严重的病害。董弗兆等研究发现,三七的根腐病跟土壤带菌、种苗带菌以及气候条件有关^[27]。陈昱君等认为,三七的根腐病跟海拔、土壤类型、轮作年限、前茬作物等因素有关^[28]。在郝庆秀等的调查中发现,三七普遍存在根腐病和黑斑病,而田间管理人员都能及时除去,并防止其蔓延^[29]。在防治方面,许多学者做了大量的研究,陈昱君等用杀菌剂福镁双、叶枯宁和多菌灵按一定的比例混合拌种、拌苗,并使用 98% 大扫灭可湿性粉剂熏蒸土壤,发现对三七的根腐病有明显的防治作用^[30]。

1.9 三七种植管理及其中药材生产质量管理规范(GAP)

三七种植周期比较长,管理尤其重要,三七种植的管理方法分为田间管理和季节管理^[31]。在田间管理方面,主要有除草和培土工作,由于三七根系分布较浅,为了保护根系,应当掌握好种植的深度,及时除去杂草,在除草的过程中若发现根系裸露地表,应该及时覆盖土壤。根据湿度要求,在气候干燥时期淋水,要做好排水工作,及时将土壤中多余的水分排出去,防止积水给根系带来不良影响。在季节管理方面,春季要做好抗旱防火工作,夏季做好追肥防虫害等工作,进入冬季要做好荫棚修整、清扫园区、消毒等工作。随着科学技术的不断进步,农业现代化被越来越多的人所接受,大大提高了生产效率。传统的种植大棚是人工监控,王继堂等设计了一款基于“3G”无线通信的现场环境控制器,能实现远程监控,大大减少了人力成本^[32]。

由于传统栽培缺乏规范的生产质量控制标准,在一定程度上制约了三七产业的健康发展,为了规范栽培技术,云南文山州等种植基地根据国家 GAP 要求,建立了多个三七 GAP 种植基地。目前三七的 GAP 研究以及质量评价主要集中在 HPLC 指纹图谱、干物质的积累规律、有效成分的变化规律等几个方面^[33]。2015 年我国中药材 GAP 建设浪潮上升,三七种植业利用这一趋势,加大三七 GAP 基地建设力度,引进人才,科学种植;种植户管理更加精细,操作规范,从此三七 GAP 基地建设进入标准化管理正轨。

2 三七的采收

2.1 采收季节

三七的采摘时间通常分为 2 段,若是不留种的

园区通常在 9—10 月采摘,若是留种的园区通常在 12 月至次年 1 月开始采摘。

三七根据采收不同的季节分为“春七”和“冬七”,春天采收的三七根部比较饱满,质量比较好,冬天采收的三七相对松软,质量稍差。不同的采收时间对三七的皂苷含量有一定的影响,三七一般在春秋季节采收,在 8、9 月采收的三七皂苷含量高^[34]。

2.2 采摘方法

在通常情况下,一般会选择天气晴朗的日子采摘,使用竹木棍撬挖、钉耙收挖等方法,如果碰到土壤过于坚硬的,可以淋水后,再隔 2 天采挖。在采摘过程中避免伤害到三七的主根。于进川研制了悬挂式三七挖掘收获机,大大改善了传统手工收获方式效率低下的情况,机械化生产是未来种植业发展的必然趋势^[35]。

2.3 采收及商品规格

采收回来的三七根据个体大小分为 13 个等级,一等为 20 头,即每 500 g 在 20 个以内,30、40、60、80、120 头等依次计算^[36]。虽然三七被人为地分为这么多个等级,但并不代表三七药材的优劣,秦雪梅等报道了不同商品规格三七药材的质量,仅从个体大小不能鉴别药材的优劣,薄层鉴定是最简单有效的方法^[37]。

3 三七的加工

3.1 清洗

采收回来的三七,表面会沾上很多泥土,首先清洗其表面的泥土,后面再分类加工。块根的加工顺序是分选—清洗—修剪—干燥—抛光—分级;廖增强等研发了有机三七清洗设备,有效保证了清洗加工之后三七的质量,满足工业化规模化生产的需要^[38]。任双燕针对块根加工存在的问题,研制了三七果实去皮机,有效降低人力劳动强度,提高去皮效率^[39]。

以往三七采收之后并不清洗,直接采根晒干,或者一边晒一边打磨,这样的加工方式对三七的品质影响很大。农药残留、重金属超标等问题一直影响中药材的品质,对临床用药安全和药材销售构成了很大的影响。三七农药残留、重金属超标等问题^[39]跟土壤污染、使用的化肥、加工的方式等种种因素有很大的关系。陈骏飞等研究发现采用新鲜三七趁鲜清洗比采用干制后三七再清洗的效果更

优,特别是在重金属去除方面^[40]。

3.2 干燥

3.2.1 传统的干燥方式 干燥是保障三七品质的重要措施,干燥程度直接影响三七的质量。按照以往做法,三七采挖时期随处晾晒不但对环境造成污染,还影响环境美观;还有自然晾干的方式,将采收的三七白天放在日光下晾晒,如遇到阴雨天气,则放置室内,夜间收回;或者木炭烤干,即将采收的三七放在木炭的架子上烘烤,温度不宜过高。

3.2.2 太阳能大棚干燥 太阳能大棚干燥技术得到的三七的皂苷含量最高^[41],但是在加工过程中,受天气影响最大,加工过程中比较耗时间,但是从能源,环境角度来考虑,太阳能大棚干燥技术却是最佳的加工方式。

3.2.3 热风干燥和微波干燥 由于热风干燥操作方便、低能耗,区焕财对三七热风干燥试验做了相关研究,提出了热风干燥优化方案,改善传统晾晒三七的方式,解决因天气原因而不能顺利加工三七的问题^[44]。除了热风干燥,还有一种新的方式——微波干燥。杨海峰等发现,三七切片厚度为 0.45 cm,火候为中火,加工出来的三七品质比较优良^[45]。

3.3 加工技术

3.3.1 冷冻干燥技术 三七药材中含有很多皂苷、氨基酸、挥发油等有效成分,而且大多是容易受热分解的成分,如果使用传统的方法来干燥三七,操作不当就会引起有效成分的分解,从而降低药效。因此,有学者将先进的冷冻干燥技术引入到三七的加工中来。真空冷冻干燥技术是 20 世纪新兴的一种物质脱水干燥工艺。

3.3.2 冷冻真空法加工 三七含有很多的皂苷和挥发油等有效成分,加工时受热容易被破坏掉,这样加工出来的三七成品有效成分的含量就会降低很多。孟芹等采用冷冻真空法加工干燥的三七,以三七总皂苷含量为指标,得到了最佳的冷冻加工方式,在冷冻 -25°、排针、微波灭菌和真空包装的条件下,保持了三七的新鲜外观,药材饱满美观,有效成分接近鲜三七,含量比传统的方式还高^[46]。

3.3.3 超微粉碎技术 超微粉碎技术是指利用机器或者流体途径将物料颗粒粉碎到微米级别甚至纳米级别的一个过程。这样的微粒表面具有独特的物理和化学性质^[47],运用现代超微粉碎技术加工中药材,可以将中药材粉碎到粒径为 0.1 ~ 75 μm 的颗粒,药物的细胞壁完全被打破,使得药物能够

以微粒的形式存在,极大地增大药物粉体的比表面积,提高药效,节省中药材资源。胡原相应也建立三七超微粉的质量标准,可用于控制三七超微粉的质量。

3.4 包装和储藏

初级加工后的三七成品必须用干净的、干燥的、没有异味、无污染的容器包装,并且该容器如麻袋、纸箱等不能污染产品。在包装上注明产品名称、产地、毛质量、生产日期、执行标准等。包装好的产品必须单独储藏在干净、通风、无污染的仓库中,注意仓库的温湿度。三七比较容易储藏,但是不能久贮,每半个月检查 1 次,定期翻晒,防霉防虫。

4 展望与建议

三七产业作为云南文山的支撑产业之一,应加快文山州三七加工企业的发展,充分发挥政府的引导作用,提高三七加工企业的生产和管理水平,抓住当前大学生毕业就业难的机会,动员企业组织见面会,积极引进相关专业的毕业生。积极组织文山州内机关事业单位经营管理人才深入企业挂职扶持,帮助企业提升市场竞争力,开办培训课程,培养相关技术人才,为三七企业源源不断输送人才。在三七的加工过程中,技术这一环节制约着企业的发展,政府应该在这方面制定相应的政策,出台并完善产学研相结合的机制,促进企业技术创新,并给予一定的资金支持,鼓励企业增加研发投入,打造自己的核心竞争力。重视资源的整合与利用,建立完善的三七加工质量安全标准体系,做好招商引资工作,集约利用土地资源,按照标准建立厂房,打造一个高科技三七产业园区。

文山三七研究院和国内院校有着丰富的教学资源,充分利用这些资源,加大规范种植培训力度,有目的、有计划、有步骤地开展三七规范化种植培训活动,切实提高种植户的种植水平。

实施品牌战略,提高市场竞争力,政府制定相关发展规划,建立并完善品牌评价体系,积极鼓励和引导企业走品牌扩张发展道路。

5 结束语

三七作为我国重要的中药材,已有数百年的栽培历史,在实际操作中已经积累了一整套完整的栽培技术模式。新品种的选育是整个环节中最重要,的,分子生物学技术的应用加快三七的育种进程,

虽然已经开展了一些研究,但仍未形成一个完整的体系。种子的选育为后面解决连作障碍提供有效的途径,连作障碍的问题得不到解决,种植业发展将面临严重的挑战。

在病害防治研究方面,目前除了根腐病相对难根除以外,其他病害基本上能得到相应的有效防治,但是由于连作障碍的影响导致栽培区变化,新的病害总会出现,研究重点应该是寻找合适的物理方法降低病害,尽量降低农药的使用,找出连作障碍的发生机制。

在机械化方面,在实际中有广泛的应用,采取科学的管理方法,机器的效率比人工的效率更高,采用机械化管理,这样能够达到高产稳产的效果。

参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 被子植物门双子叶植物纲五加科,54[M]. 北京:科学出版社,1978.
- [2] 徐冬英. 田七的古代产地及集散地[J]. 中药材,1997(12): 637-639.
- [3] 郑光植,杨崇仁. 三七生物学及其应用[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [4] 杨崇仁. 三七的历史与起源[J]. 现代中药研究与实践,2015,29(6):83-86.
- [5] 张金渝,杨维泽,崔秀明,等. EST-SSR 标记对三七选育品系的研究[J]. 中国中药杂志,2011,36(2):97-101.
- [6] 陈中坚,马小涵,董林林,等. 药用植物 DNA 标记辅助育种(三)三七新品种——“苗乡抗七 1 号”的抗病性评价[J]. 中国中药杂志,2017,42(11):2046-2051.
- [7] 沈奇,张栋,孙伟,等. 药用植物 DNA 标记辅助育种(II)丰产紫苏新品种 SNP 辅助鉴定及育种研究[J]. 中国中药杂志,2017,42(9):1668-1672.
- [8] 董林林,陈中坚,王勇,等. 药用植物 DNA 标记辅助育种(一):三七抗病品种选育研究[J]. 中国中药杂志,2017,42(1):56-62.
- [9] 韩春艳,张蕊蕊,孙卫邦. 三七种子质量分级标准的研究[J]. 种子,2014,33(4):116-118,121.
- [10] 姚建,杨克洪,彭尔瑞. 三七栽培影响因素分析与控制[J]. 广东农业科学,2011,38(24):22-24.
- [11] 黄云战,张汝坤,吴德光,等. 三七药材设施栽培荫棚的结构设计[J]. 农机化研究,2004(4):84-86.
- [12] 陆家文. 三七实用栽培技术[J]. 云南农业,2016(11):28-30.
- [13] 杨春艳,刘飞,王元忠,等. 三七种植土壤类型及产地的红外光谱鉴别方法研究[J]. 河南农业科学,2016,45(10):114-118.
- [14] 崔秀明,王朝梁,贺承福,等. 三七荫棚透光度初步研究[J]. 中药材,1993(3):3-6.
- [15] 杨文彩,朱有勇,杜迁,等. 基于农机农艺融合的三七机械化精密播种系统研究[J]. 广东农业科学,2014,41(2):175-

180.

- [16] 高筱钧,周金华,赖庆辉. 中草药三七气吸滚筒式精密排种器的设计与试验[J]. 农业工程学报,2016,32(2):20-28.
- [17] 崔秀明,王朝梁,贺承福,等. 三七种苗生物学特性研究[J]. 中国中药杂志,1995(11):659-660.
- [18] 王朝梁,崔秀明. 光照与三七病害的关系[J]. 云南农业科技,2000(5):16-17.
- [19] 王朝梁,崔秀明. 不同遮荫棚对三七生长发育的影响[J]. 云南农业科技,1992(3):18-19.
- [20] 王炳艳,韦美丽,陈中坚,等. 文山三七产区土壤养分测试与分析[J]. 人参研究,2006(3):35-37.
- [21] 崔秀明,陈中坚,王朝梁,等. 生长环境与三七皂甙含量[J]. 中药材,2001,24(2):81-82.
- [22] 李忠义,陈中坚. 三七栽培技术要点[J]. 人参研究,2000,12(1):11-12.
- [23] 陈中坚. 三七的无公害栽培[J]. 云南农业科技,1999(6):44-45.
- [24] 杨建忠,官会林,刘大会,等. 三七连作障碍发生机理及消减技术研究[J]. 北方园艺,2016(14):160-163.
- [25] 杨建忠,孙玉琴,韦美丽,等. 不同轮作年限土壤对三七生长的影响[J]. 现代中药研究与实践,2012(2):6-8.
- [26] 陈昱君,王勇,冯光泉,等. 三七病虫害防治[M]. 昆明:云南科技出版社,2005.
- [27] 董弗兆,刘祖武,罗丽涛. 云南三七[M]. 昆明:云南科技出版社,1988:41.
- [28] 陈昱君,王勇,冯光泉,等. 三七根腐病发生与生态因子的关系[J]. 云南农业科技,2001(6):33-35.
- [29] 郝庆秀,金艳,刘大会,等. 不同产地三七栽培加工技术调查[J]. 中国现代中药,2014,16(2):123-129.
- [30] 陈昱君,王勇,刘云芝,等. 三七根腐病防治技术研究 I 复配剂拌种(苗)与土壤熏蒸配套技术应用研究[J]. 中国中药杂志,2008,33(11):1329-1331.
- [31] 肖启银,高明文,张祯勇,等. 三七栽培技术[J]. 中国农业信息,2015(22):77-79.
- [32] 王继堂. 三七种植现场环境控制器的设计[D]. 武汉:武汉理工大学,2014.
- [33] 陈中坚,孙玉琴,黄天卫,等. 三七栽培及其 GAP 研究进展[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2005,7(1):67-73.
- [34] 龙扬. HPLC 法测定不同采收期三七中有效成分含量[J]. 亚太传统医药,2015,11(7):24-25.
- [35] 于进川. 悬挂式三七挖掘收获机的研制与试验[D]. 昆明:昆明理工大学,2015.
- [36] 刘大会,徐娜,郭兰萍,等. 三七药材质量特征和商品规格等级标准研究[J]. 中国中药杂志,2016,41(5):776-785.
- [37] 秦雪梅,漆小梅,白云娥,等. 不同商品规格三七药材的质量研究[J]. 中草药,1999(3):222-223.
- [38] 廖增强,郑昆,殷存真. 有机三七清洗技术及设备探讨[J]. 农产品加工(创新版),2009(8):73-74,80.
- [39] 任双燕. 三七果实去皮机的研制及其试验研究[D]. 昆明:昆明理工大学,2015.

夏国峰,杨学锋,万 壮,等. 农业机械触土部分磨损及表面改性研究现状[J]. 江苏农业科学,2020,48(4):46-51.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.04.007

农业机械触土部分磨损及表面改性研究现状

夏国峰,杨学锋,万 壮,刘文波,李 丹

(济南大学机械工程学院,山东济南 250022)

摘要:土壤是农业机械主要的加工对象,农业机械中的触土部件在与土壤接触作用的过程中会受到来自于土壤颗粒的磨损失效,这是造成其产生失效的主要原因。现有的提高触土部件耐磨性能的方式包括选择耐磨材料、改进加工工艺、涂层和表面处理等,近几年随着生物仿生学的发展,仿生农耕触土部件的设计成为了新的发展趋势和手段。本研究从触土部件的磨损机制、产生磨损的因素及现有的提高农业机械触土部分耐磨性能的表面改性方法等几个方面进行了综合论述,以期能对我国农业机械触土部件设计的优化和发展提供理论参考。

关键词:农业机械;触土部件;磨损;表面改性;仿生

中图分类号: S222 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)04-0046-06

近年来,随着我国农村经济的快速发展,农业生产规模的不断扩大,我国农业逐渐开始朝着机械化方向发展,先进农机使用的普及和推广已经取得了一定成效。但是,农业机械部件在农业生产的过程中产生的磨损现象仍然普遍存在,且不易得到有效解决。农业机械的触土部件往往都是在无润滑状态下直接与土壤等磨粒直接接触,工作环境十分恶劣,所以土壤对农业机械的磨粒磨损是个很突出的问题。在进行农作作业时,只有充分保障农业机械具有良好的工作条件,才能实现良好作业,才能尽可能减少材料的磨损,使能源浪费现象得到有效

控制。据统计,机械材料和能源的消耗主要是由于摩擦磨损造成的,其中农业机械报废的很大一部分原因就是由于触土部件与土壤之间产生的磨粒磨损失效,据相关统计,其所占比例已经高达 60% 以上^[1-3]。钢材磨损问题是一个世界范围内的难题,每年由于磨损所消耗的钢材占全世界钢材生产总量的 10% 左右。就我国来说,我国目前机耕面积大约有 1 亿 hm^2 ,那么所需犁铧、旋耕机刀片等农耕触土部件的总用钢量大约为 3 万 t,而每年在土壤中直接磨损掉的金属材料占制造农耕触土部件所需钢材的 27%,这种直接的经济损失对一个国家来说是非常惊人的^[4]。未来农业机械化工程技术的发展方向是高效节能,实际工作中影响农业机械的生产效率和产生磨损的因素很多,其中农业物料对农业机械工作部件的磨损是影响其生产效率和能源消耗的主要因素,其中最具典型性的是土壤对触土工作部件的磨损。因此,通过研究农耕触土部件与土壤的磨损现象,找到更加有效的解决方法是非常有必要的,这对于提高农业机具的性能,发展集约型

收稿日期:2018-12-21

基金项目:国家自然科学基金(编号:51575234,51872122);中国博士后科学基金(编号:2017M620286);山东省重点研发计划(编号:2018CXGC0809);山东省农机装备研发创新计划(编号:2018YF012)。

作者简介:夏国峰(1993—),男,山东枣庄人,硕士研究生,研究方向为摩擦润滑理论及工程应用。E-mail:2269925790@qq.com。

通信作者:杨学锋,博士,教授,研究方向为摩擦润滑理论及工程应用。E-mail:me_yangxf@ujn.edu.cn。

[40]陈骏飞,徐 娜,金 艳,等. 趁鲜清洗和干制后清洗对三七药材质量的影响[J]. 中国药学杂志,2017,52(14):1227-1233.

[41]绿色和平组织. 中药材农药污染调查报告[R/OL]. [2018-05-10]. <http://www.greenpeace.org/china/zh/publications/reports/food-agriculture/2013/herbs-rpt>.

[42]高明菊,冯光泉,曾鸿超,等. 三七产地加工方法研究[J]. 时珍国医国药,2011,22(1):198-199.

[43]殷存真,廖增强. 太阳能复合干燥三七技术[J]. 云南农业,

2016(7):86-87.

[44]区焕财,毛文菊,冯筱晓,等. 三七热风干燥试验分析[J]. 湖南农机,2013,40(3):28-31.

[45]杨海峰,武惠斌,刘 洋,等. 三七不同加工工艺对其生理指标的影响研究[J]. 吉林农业,2011(2):52-53.

[46]孟 芹,马克坚,刘 明. 冷冻真空法加工鲜三七的试验[J]. 中药材,1997(5):237-238.

[47]王丽宏,张 延,张宝彤,等. 超微粉碎技术的特点及应用概况[J]. 饲料博览,2013(10):13-16.