

杂交水稻种子成套加工工艺

汤曼卓

(华智生物技术有限公司,湖南长沙 410125)

摘要:为了推进杂交水稻种子成套加工工艺的革新,分析了杂交水稻种子的质量特点,水稻种子成套加工设备国家标准的功能和不足,提出了杂交水稻成套加工设备优化的关键工艺,并归纳总结了杂交水稻种子成套加工工艺的优化集成方案。

关键词:杂交水稻;种子;加工工艺

Processing Technology of Hybrid Rice Seeds

TANG Manzhuo

(Huazhi Biotechnology Co., Ltd., Changsha 410125)

杂交水稻是我国发明的一项原创性的水稻增产技术,是现代农业科技的重大成就之一,为保障我国乃至世界粮食安全起到了巨大的作用。这一原创性成果在育种技术、作物栽培上都取得了重大突破,促进了水稻产业的长足发展^[1]。生产出具有良好播种质量的种子是发展杂交水稻的基础。种子

生产包括2个阶段,一是制种田间生产,二是加工厂区生产。种子加工是种子产业化的重要环节之一,种子加工工艺的技术水平直接影响到种子的质量、加工效率及成本。目前,在我国种业产业链中,对加工工艺的创新研究相对较弱。我国种子加工工艺的发展经过了从无到有、从小到大、从单机到成套、从

4 种子选育加工设备的研发方向

现阶段的种子加工设备在主粮作物玉米、小麦、水稻等机械化方面有一定规模,但是像小米、牧草、蔬菜等小颗粒种子的加工设备相对较少,机械加工过程中漏种、混种情况难以得到有效解决,种子的净度无法得到有效控制。近几年智能化的发展日渐成熟,PLC和微电脑智能化控制慢慢引领潮流,与种子的成套工艺相结合,能有效进行精量控制,提高生产效率。因此,研发小批量、高精度精选设备,为育种家提供可靠的筛选设备,有效减轻劳动强度和提高工作效率是实现种子商业化的关键途径。

种子是农作物技术和各类农用技术装备发挥作用的载体。种子加工是种子质量保障的主要手段,是实现种子商业化的关键条件。种子经过精选、去石、色选、包衣,不仅提高了其商品性和科技附加值,还有效减轻了劳动强度,提高了工作效率,有利于种子的储存和运输,提高了种子质量和在市场中的竞

争力。种子选育加工设备可有效提高种子的净度、发芽率及种级标准等,在实现节本增效的同时也对提升中国杂交谷子的经济效益和社会效益具有重要意义。

参考文献

- [1] 高海涛,郭永杰,曹军,申晓庆. 4L ZG-2型谷子收获机的试验与改进. 农业技术与装备,2013(17): 76-77
- [2] 刘鑫,王振华,李会霞,田岗,王玉文,王晓宇,王国梁. 谷子杂交种与常规种各器官干物量特征比较. 农学学报,2017,7(1): 5-11
- [3] 姜净卫,刘孟雨,董宝娣. 谷子及杂交种的水分利用效率以及节水技术研究思考. 节水灌溉,2013(10): 63-66,70
- [4] 游兆延,吴惠昌,颜建春,魏海,高雪梅,高嵩娟. 紫云英联合收获物料分离清选机设计与试验. 农业机械学报,https://link.cnki.net/urlid/11.1964.S.20230912.1149.010
- [5] 李百成,杨德海,霍树静. 藜麦加工工艺论述. 中国种业,2019(10): 38-40
- [6] 张集文. 水稻温水杀雄杂交方法的改进. 湖北农业科学,1987(6): 9

(收稿日期:2023-09-20)

消化吸收到自主开发的发展过程,正朝着标准化、系列化、通用化的方向发展^[2]。杂交水稻自20世纪70年代实现三系配套,开始种子生产,到21世纪初,种子加工基本是采用单机加工。随着种子产业化发展的需要以及国家对种子生产经营行政许可制度的要求,21世纪10年代前后,成套的种子加工设备开始应用于杂交水稻种子的生产加工。国家有关种业管理的各项法律法规相继出台:2000年颁布了《中华人民共和国种子法》;2001年开始,杂交水稻种子生产经营实行行政许可制度。2007年国家质量监督检验检疫总局和标准化管理委员会颁发了GB/T 21158—2007《种子加工成套设备》,规定了种子加工成套设备的定义、型式、主要参数、技术要求、检验方法等。2022年1月出台了最新修订的《农作物种子生产经营许可管理办法》,其中明确规定,申请领取主要农作物杂交种子及其亲本种子生产经营许可证的企业,生产经营杂交稻种子的,成套设备总加工能力5t/h以上;申请领取实行选育生产经营相结合、有效区域为全国的种子生产经营许可证的企业,生产经营杂交稻种子的,总加工能力10t/h以上(含窝眼式清选设备)。然而,杂交水稻种子有其固有的特性,在建设种子加工成套设备时应在GB/T 21158—2007《种子加工成套设备》的基础上增加和优化工艺设备流程,以使种子加工达到优质、高效、低耗的目的。

1 杂交水稻种子的特点及制种产业模式

1.1 裂颖 杂交水稻种子是通过雄性不育的母本与具有育性恢复能力的父本异交结实产生,不育母本的花粉不正常,颖花只能通过延长开颖时间来增加捕获花粉的机会,因此其种子特性与常规水稻种子明显不同,开颖时间过长、高温、失水,会使内颖、外颖老化甚至皱缩,致使闭颖能力在授完粉后降低。杂交水稻种子的裂颖现象是遗传与非遗传因素双重作用的结果^[3],会对种子的储存和播种质量产生不利影响。

1.2 穗萌芽 种子的休眠特性及环境因素会导致穗上早萌现象的发生。在水稻收获前遇到阴雨或潮湿天气,稻穗上产生穗上芽,穗上种子发芽口已开裂,胚根、胚芽却尚未冲破种皮的“穗萌动”现象在杂交水稻制种田中很常见。胡伟民等^[4]研究了不育系穗上发芽特性,发现不育系穗上发芽与亲本自

身穗上发芽特性有密切关联,形成了杂交水稻种子的一个共性特点。

1.3 灰质化 杂交水稻种子在大田成熟收获和干燥过程中,因受不良天气、储存条件等外界因素的影响,种子胚乳结构和成分发生变化,使胚乳粉末化且外观颜色改变,易发生断裂或粉碎,因此导致种子发芽率和活力降低,严重的将失去种用价值,此种劣变现象称为灰质化或者粉质化^[5-6]。

1.4 制种产业模式 2000年《中华人民共和国种子法》颁布后,中国实行种业体制改革,形成了以非公有制种业企业为主的种业体制,杂交水稻制种产业形成了一种委托承揽制种的新模式,即种业企业、制种经纪人(“代制商”或“生产商”)、制种农户(生产者)的3层级产业组织模式,有少数制种经纪人承包土地为种业企业制种,也有极少种业企业直接与基地村组签订合同组织制种,即种业公司自制模式^[7]。

2 水稻种子常规成套加工工艺的功能与不足

2.1 国标成套加工设备的构成 种子加工是以提高种子质量,改善播种品质为目的,从种子收获后到销售出库前的各种物理的、化学的或生物技术的处理操作。GB/T 21158—2007《种子加工成套设备》规定了水稻作物加工成套设备工艺配置:风筛式清选机、重力式分选机、窝眼式清选机或谷糙分离机、包衣机、定量包装机。风筛选、比重选、窝眼选或谷糙分离是提高种子净度和发芽率的主要加工环节,合称种子精选工段,此工段能有效地清除混入种子中的茎叶、米粒、空秕粒、病粒、异型粒、泥砂等杂质^[8]。种子包衣可以亮化种子外观色泽,可根据种子特性和种植需求配置农药、肥料、生长调节剂等材料,增加品种的抗性,降低农药使用风险和成本,促进植株健康生长。种子定量包装是我国农作物种子生产经营管理的要求,包装物上的标签标识需按照2016年7月国家颁布的《农作物种子标签和使用说明管理办法》执行。GB/T 21158—2007《种子加工成套设备》还对成套设备安装场地的环境条件、降尘设备、电气控制、安全技术等方面作了通用性规定,需对照执行。

2.2 国标成套设备对杂交水稻种子加工的不足之处 因杂交水稻上述种性、生产体制的特点以及水稻产业快速发展的要求,GB/T 21158—2007《种子加工成套设备》规定的水稻作物的成套设备工艺配

置对杂交水稻的加工尚有不足之处。

2.2.1 未涉及种子干燥 杂交水稻种子生产发展前期,多以农户为最基本的生产单位,每户种子量少,种子常通过晾晒除去水分。随着产业化发展,制种规模化程度提高,现在大部分都是以烘干设备来干燥种子,而烘干种子与晾晒种子的发芽率和种子活力并没有显著差异^[9],因此烘干将成为杂交水稻种子不可或缺的加工环节。杂交水稻种业企业的种子生产规模越来越集中,成套加工工艺流程中加入烘干工段,有利于提高工作效率和种子质量。

2.2.2 灰质化等内部劣变的种子难以剔除 灰质化种子多是在种子成熟期胚乳发生劣变,此时种子的形状大小、粒重基本定型,种子比重与正常种子无显著差异,通过风筛选、比重选、窝眼选不能有效剔除,而这类种子在浸种催芽过程中最易发生烧苞烂种的质量事故^[5]。穗上萌芽和黑粉病、稻曲病粒始发期对播种质量亦有影响,而风筛选、比重选设备也难以剔除这类劣变的种子。

2.2.3 种子质量不一致 由于杂交水稻种子产业模式的特点,每个水稻品种的种子通常由多个生产商、多产地生产,规模较大的品种生产的季节、年份也存在差异,致使种子批之间的质量状况不一致,尤其是发芽率和纯度质量指标。企业销售的种子质量在符合国家标准的前提下需尽量平衡一致,以便农民安全使用,也有利于市场监管。GB/T 21158—2007《种子加工成套设备》规定的工艺流程不能解决种子质量不一致的问题。

3 成套加工设备优化的关键工艺

3.1 烘干 种子烘干的目的是安全快速降低种子含水量,保持种子高活力。种子烘干不同于食用稻谷的烘干,目前我国还未有专门的杂交水稻种子烘干设备,杂交水稻种子多引用低温谷物干燥机来烘干。为了保障种子质量的安全必须注意设备选型和参数的设定。目前生产中使用的烘干机机型分为卧式静态干燥机和塔式循环烘干机两类。卧式静态干燥机,烘干机箱体水平放置,热风从底层向上流过烘干箱的种子层,上层上方敞开散发水分,烘干时种子处于静置状态,可以保障种子的质量安全^[9]。其优点是操作简单、破损率低,但产能较小,不能与其他加工设备连线成套使用,适宜制种基地安装使用。塔式循环烘干机,机仓垂直安装,分烘干层和

缓苏层,种子通过提升机在烘干层和缓苏层间不断循环,完成干燥。塔式烘干机加工产能每批次可达10~30t,甚至更大,此类机型自动化程度较高,可与种子成套加工线连线使用。

3.2 光选 针对杂交水稻易发生灰质化的特性,种业企业与设备单位近几年研究出了用光选机有效剔除种子中因胚乳劣变导致灰质化种子的工艺,对提高种子活力作用明显。光选同时能将种子中含有的稻曲病、黑粉病以及穗上发芽等劣质种子予以剔除。光选机自动化程度高,产能可达4~6t/h,成品获选率和带出比都能得到有效控制。我国种业头部企业已率先将光选设备联入成套种子加工线中,对提升种子总体质量起到很好的作用。种子光选工艺更加注重剔除内部质量劣变的种子,是对水稻种子加工流程的升级。

3.3 种子翻混 种子翻混工艺主要是解决种子原料质量不一致的问题,是种业企业在种子加工的过程中逐渐形成的工艺,现在的杂交水稻种子成套加工线都有此工段的设置。种子翻混模式分为种子批次内自混和批次间混配。批次内自混是通过四分式自混仓来实现;批次间混配是设置2~4个种子入口,用计量皮带输送机通过电脑按设定比例输送种子,各入料口的种子集中流入同一皮带输送机,使种子层化,层化的种子进入无动力种子混配器翻混,达到种子质量均匀的目的。种子内自混和批次间混配串联使用效果更佳。

3.4 信息化 当前各行业都快速从劳动密集型企业转向技术密集型企业,现代企业管理更加注重各部门、各环节的高效协同。要解决种业发展中的“卡脖子”问题,必须补上信息技术的短板。杂交水稻成套种子加工工艺的机械化、自动化是信息化的基础,建设好、使用好信息化系统,可强化生产过程可控性,减少生产线人工干预。信息化能有效保障种子质量的安全、数据的精准、信息的可溯,提高效率。种子成套加工设备信息化的关键技术是围绕种子卸料、烘干、精选加工、包衣包装、仓储物流等核心加工环节进行技术装备,实现种子加工全流程数字化管理,包括物料的精确统计、各加工线的全自动控制、生产数据的记录及追溯、全程的质量数据采集及追溯,做到与工艺流程上的数据全包括。在关键业务流程中消除管理和实施中的延迟,确保企业发布的任务得以有效落实,及时反馈,确保对加工任务执行

到位,有章可循。

4 优化集成种子成套加工工艺

4.1 成套加工工艺总体布局 种子是农业生产特殊的、不可替代的最基本的生产资料,是农业科学技术和各种农业生产资料发挥作用的载体。种子质量的好坏,直接影响用种农民和种业企业的增产效果和经济效益,也会影响粮食生产保供的社会效益。所以建设一套综合性能全面,信息化程度较高,环保高效的种子成套加工工艺设备是提高种业发展水平的必由之路。针对杂交水稻种业产业发展的新要求,政府政策和种业企业有必要增加资金和技术的投入,集中力量解决生产中出现的问题。优化后的杂交水稻成套加工工艺总体布局,应包括烘干、风筛选、比重选、窝眼选(谷糙分离)、光选、翻混、包衣、计量、包装等工艺环节,配置科学的总成系统和信息化系统。

4.2 成套加工工艺工段配置 优化集成的杂交水稻成套加工工艺按照种子流向可分成烘干、精选、翻混、包衣、计量包装等5个工段。烘干工段应有烘干前的粗清选,去除种子中的枝梗草叶,有利于种子烘干时的流动,提高烘干效率;粗清选后安装自动流量称,以记录种子烘干重量和效果,烘干机宜选择塔式机型。精选工段包含风筛选、比重选和光选工艺,窝眼式清选和谷糙分离选择性使用。籼型杂交水稻种子带芒的较少,选用谷糙分离机的较多,主要是剔除种子中的米粒,粳型杂交水稻种子主产区用窝眼式清选机的较多。翻混工段重点是批次间按比例混配,一种水稻种子翻混系统(专利号CN200910136140.0)可使种子均匀度达到97%以上,提倡在种子批次间翻混之前进行种子批次内的自混,更能提高种子质量的均匀度。种子包衣在玉米、棉花等作物上已普及,而水稻种子包衣起步较晚,占比很小,但包衣技术的推广促进了稻谷增产,增产率达到6.6%^[10],杂交水稻种子包衣工艺需选择包衣覆盖率、均匀度较高的机型,有针对性地选择药剂,包衣机前端配置自动配药系统,后端配置种子快速烘干设备,以保障种子的包衣效果。计量包装工段具有3个功能,一是将散装的种子包装成小包装;二是包装小包装时进行自动定量计量;三是通过包装袋上的资讯传播品种特性等各种信息,所以必须按《农作物种子标签和使用说明管理办法》的要求进行编辑、印刷、宣传。加工工艺的5个工段,都是

独立运作的加工环节,可以全流程成套使用,也可以根据需求选择性使用。

4.3 总成和信息系统的配置 支撑5个工段高效运转的是总成的科学配置和信息化系统的运用。总成需配置全程电气控制系统、物料流转系统和除尘环保系统。信息化系统,前端连接田间生产,后端连接营销市场,中间对接各管理层级,可规范企业管理和运作流程,突出质量领先、标准控制理念和措施,提高营销计划与生产加工计划协同性、准确性。

4.4 不断发展种子加工工艺 未来世界种业的市场竞争是立体化、全方位的竞争,我国杂交水稻育种、栽培种植技术处于世界的领先水平,故此,种子加工不能成为杂交水稻发展的短板。在杂交水稻生产的过程中需要加大田间信息化管控的研究和应用,减少自然环境对生产的影响;加大加工环节的智能化研究和应用,引入机器人、二次包装(大包装)自动化、智能仓储等技术手段,实现种子加工储运的全系统机械化、自动化、信息化,逐步向智能化发展,做到种子加工车间少人化甚至无人化,全面提升种子加工能力和管理水平,使杂交水稻全产业链都处于世界的领先水平。

参考文献

- [1] 李黎红,张宇.我国杂交水稻优势、面临挑战与国际化策略.中国稻米,2019,25(4):1-4
- [2] 宋卫东,张晓辛.南方种子加工机械现状与发展对策.中国农业机械,1999(S1):7-12
- [3] 刘焯,陈秒,尹超,肖层林.杂交水稻种子特性及稻谷籽粒物质变化研究进展.作物研究,2012,26(6):707-712
- [4] 胡伟民,马华升,樊龙江,阮松林.杂交水稻制种不育系穗上发芽特性.作物学报,2003,29(3):441-446
- [5] 张浩,汤健良,匡新华,陈勇,鲁春霞,刘社发,蒋良辉,张维亮,袁辉,胡一鸿.杂交水稻隆两优华占“灰质化”种子发芽习性初探.杂交水稻,2020,35(6):88-93
- [6] 刘爱民,张晓明,蔡志欢,刘俊龙,蒋珊瑚,赵清华.杂交水稻种子劣变特性初步研究.杂交水稻,2020,35(6):82-87
- [7] 刘爱民,肖层林,廖伏明.杂交水稻制种产业回顾及持续发展对策.杂交水稻,2023,38(3):154-158
- [8] 汤健良.浅谈杂交水稻种子企业质控标准及质量保障措施.中国种业,2021(6):20-23
- [9] 刘俊龙,刘爱民,张海清,张青,庞嘉,曹衍,董帅厅,夏纵印.杂交水稻种子机械烘干特性初步研究.杂交水稻,2018,33(2):31-35
- [10] 周常艳,兰孝宇.水稻种子包衣生产增产效应及配套技术研究.种子科技,2022(16):103-105

(收稿日期:2023-08-22)