丸粒化包衣处理对直播优质稻美香占2号发芽特性及产量的影响

周传猛　黄晓琴　梁　琳　吴小奋　陈海凤
（广西农业科学院玉林分院 / 玉林市农业科学院，玉林 537000）

摘要：直播稻出苗的好坏是生产获得稳产高产的重要因素之一，其中播种质量尤为关键。本试验旨在探寻玉林地区丸粒化处理直播优质稻的发芽特性及产量影响，为玉林地区水稻直播生产一播全苗、高产稳产提供理论参考和技术支持。试验以优质常规稻美香占2号为材料进行室内和大田试验研究。结果表明不同处理下美香占2号种子发芽率均呈现“S”型变化，丸粒化包衣处理的终发芽率为79.00%，出苗率和成秧率分别为60.96%和56.35%，其理论产量和实际产量分别比对照高1241.2kg/hm^2、1015.4kg/hm^2，增幅达到了23.19%和19.76%。丸粒化包衣处理能根据实际需求增强种子对不良环境的抵抗能力，使用丸粒化包衣处理的种子直播能减少劳动力、农药、除草剂的投入，是粮食安全、粮食增产增效探索的一个新途径。

关键词：水稻；直播；丸粒化包衣；美香占2号；发芽特性

玉林市是广西最重要的粮食生产基地之一，也是我国华南地区双季稻高产种植区，优质水稻常年播种面积25.33万hm^2，总产量达160万t[1]。近年来，随着经济社会的快速发展，玉林市面临着农村劳动力老龄化和用工价格不断攀升等问题，农忙时节劳动力短缺问题日渐显现，这对玉林市粮食安全及稻米持续供应十分不利[2]。水稻直播技术是水稻生产

基金项目：广西科技基地和人才专项（桂科AD21238003）；玉林市自然科学基金项目（玉市科基202033002）
通信作者：陈海凤

3.4　加强农业机械制造的创新　农业机械要与作物耕作、土地特点、生产方式等因素相匹配，推动新能源使用，结合数字化、智能化使得农机作业更加精细化，简便高效，更加符合当代农业生产的特点要求，实现规模化、机械化、集约化、标准化、智能化的目标。由于玉米分布范围广，种植面积大，各地适应不同气候条件的种植方式千差万别，经济发展不平衡，对玉米收获机械提出了不同的要求，所以不能只靠一两种机型来满足市场需求，要因地制宜选择发展农业机械，让农业机械小型化、作业功能多样化，简便实用，操作方便，以满足不同经营主体、规模和作物的需求，减少农业机械闲置率，以提高农业机械化率，降低农机作业成本。

3.5　制定错期收获的区域布局　针对气候特点和种子特性，种植时间、过程管理和收获时间可根据自己的收获机械条件，结合品种熟期和种植区域，合理安排错期，调节好收获时间。对于早熟的品种适当提前采收，晚熟的品种适当推迟采收，中熟的品种根据天气变化和下游加工条件，拉长收获时间，缓解收获压力。

3.6　做好玉米收获机械的售后服务　玉米机械收获发展时间短，普及性不高，操作人员缺乏专业的培训，操作技术及其机械维修技术普及率较低，因此做好农技人员的技术培训和机械的售后服务非常必要。特别是玉米收获季节，机械制造企业和农机推广部门要深入现场指导和培训，及时解决收获机械在使用过程中出现的各种问题，提高工作的效率[4]。

参考文献

[1] 石卉. 谈玉米收获机械的发展趋势及建议. 河北农机，2007（5）：10
[2] 张红萍，张宏彦. 玉米机械化收割存在问题及对策建议，甘肃农业，2021（7）：47–48
[3] 曹洪国. 我国玉米收获机产品技术与发展趋势. 农业机械，2003（2）：30–31
[4] 杨国栋. 玉米机械化收割现状及对策. 农村实用技术，2020（5）：55

（收稿日期：2021-12-01）

中的一项轻简化栽培技术，具有操作简便、劳动强度小、节约成本等优点[3]。发芽率和发芽势是衡量种子质量的关键指标之一，是直播稻种子活力的关键因素，更是直播稻生产一播全苗的重要指标。探寻发芽特性是水稻直播技术重要的研究方向，同时也是当前玉林市水稻直播生产中一播全苗、高产稳产的基础研究重点。现阶段玉林地区尚未见有关于直播稻种子丸粒化包衣的相关研究，本试验通过对丸粒化处理下优质常规稻品种美香占2号的发芽特性及产量研究，旨在为玉林地区直播稻生产提供理论参考与技术支持。

1 材料与方法

1.1 供试材料 供试水稻品种为美香占2号，该品种是广东省农业科学院水稻研究所培育的优质稻品种，连续3届获得全国优质稻品种食味品质鉴评金奖[4]。美香占2号是南宁市桂福园农业有限公司于2018年申报广西同一适宜生态区引种备案的水稻品种[（桂）引种〔2018〕第1号]，试验种子购买于广西中惠农业科技有限公司。

1.2 试验方法 试验设种衣剂丸粒化包衣和裸种两个处理，其中裸种为对照，通过室内发芽试验和大田生长试验来研究丸粒化包衣处理对优质直播稻美香占2号的影响。种子丸粒化包衣处理由广东省农业科学院植物保护研究所冯夏研究员团队完成（内含有除草剂、杀菌剂、趋避剂等）。

1.2.1 发芽试验 试验在玉林市农业科学院农业良种培育中心实验室开展，采用发芽盒试验模拟田间直播。美香占2号丸粒化包衣种子和裸种，直播后保持水面1cm至24h后排干水并保持发芽盒处于湿润状态，每处理设置3个重复，每个重复100粒种，发芽盒保持1.5cm厚表层土。置于同一培养箱25℃恒温培养，每12h浇水1次，每隔24h观察记录发芽种子数，顶芽鞘伸出即为发芽，第10天测定不同处理的幼苗苗高、根长，将测定后的幼苗置于电热鼓风干燥箱中105℃杀青后，于70℃烘干至恒重并称重，统计分析种子发芽率、发芽势[5]。

1.2.2 大田试验 大田试验在广西玉林市玉州区大塘镇大塘村进行，试验田肥力中等、均匀、排灌方便。试验采用随机区组设计，美香占2号丸粒化包衣处理种子和裸种分别直播处理，每个处理3个重复。小区长5m，宽3m，面积15m^2。田间保持浅水层（1~2cm），播种后1~2d能自然干，四周设置宽1m的保护行，每个小区播种量均为30kg/hm^2。试验病虫害防控与施肥管理措施均按照水稻高产栽培要求进行，各小区田间管理方式一致。

1.3 农艺性状测定 主要农艺性状测定项目及方法见表1。

表1 主要农艺性状测定方法

性状	调查方法	计量单位
出苗率	播种当天调查种子粒数，播种后第10天调查总苗数，计算出苗率	%
成秧率	播种当天调查种子粒数，播种后第25天调查正常苗数	%
株高	在成熟期选代表性的植株10穴，测量每穴从茎基部至最高穗穗顶（不包括芒）的长度	cm
有效穗数	成熟期调查，抽穗结实≥5粒的为有效穗（包括白穗），2次重复，取平均值进行折算	万/hm^2
穗长度	穗节至穗顶（不连芒）的长度，取5穴全部稻穗的平均值	cm
每穗总粒数	随机选取稻穗，5穴总粒数/5穴总穗数	粒
每穗实粒数	5穴充实度1/3以上的谷粒数及落粒数之和	粒
结实率	每穗实粒数/每穗总粒数×100	%
千粒重	考种后晒干的实粒中随机取两个1000粒分别称重，其差值不大于其平均值的3%	g
理论产量	理论产量=有效穗数（万）×每穗总粒数（粒）×结实率（%）×千粒重（g）/10000×0.85	kg/hm^2
实际产量	随机选取3点收获，分别脱粒称重后折算成湿谷单产，晒干后计算晒干率，再按晒干率将湿谷单产折算成干谷单产	kg/hm^2

1.4 数据统计与分析 采用Excel 2007软件对数据进行处理，利用SPSS 19.0进行数据t-检验分析。

2 结果与分析

2.1 发芽特性 实验室模拟试验结果见图1，不同处理下优质稻美香占2号种子发芽周期呈现快速

增长期、缓慢增长期以及稳定期。2个处理种子分别在第2天和第4天后陆续发芽，发芽率随着培养时间的进程均大致呈现“S”型变化趋势，同时发芽进程因不同处理有不同的变化。丸粒化包衣处理种子第5天发芽种子数最多，整个发芽进程持续9d左右，发芽进程持续时间长，这可能是受丸粒化包衣种子处理需要一定时间吸水裂解后种子方可突破的影响。裸种下土浸种催芽对照发芽率较低，这可能是浸种催芽使种子处于厌氧状态，产生了一定毒害。

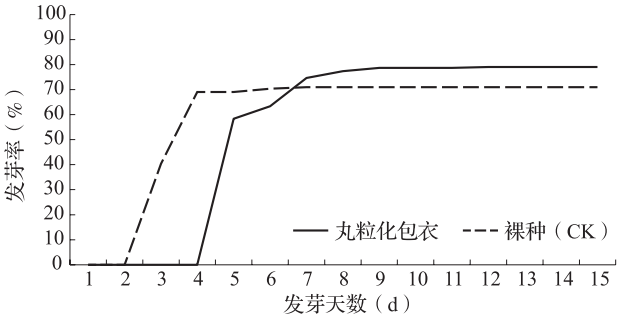

图1 不同处理下美香占2号的种子发芽率

从表2可以看出，丸粒化包衣处理与裸种对照的终发芽率存在极显著差异，发芽势无显著差异，两处理发芽势分别为68.67%、69.00%，终发芽率分别为79.00%、71.00%。可见种子进行丸粒化包衣处理对种子发芽率有很好的促进作用。

表2 不同处理下稻美香占2号种子的发芽特性

处理	发芽势（%）	终发芽率（%）
丸粒化包衣	68.67 ± 1.15Aa	79.00 ± 1.00Aa
裸种（CK）	69.00 ± 1.73Aa	71.00 ± 1.73Bb

同列不同大小写字母分别表示0.01和0.05水平差异显著，下同

2.2 幼苗生长发育情况 由表3可以看出丸粒化包衣处理直播优质稻美香占2号与裸种（CK）的幼苗胚芽鞘长、根长存在极显著性差异，但苗高、苗干重无显著性差异。丸粒化包衣处理幼苗胚芽鞘长较裸种（CK）长0.17cm，增长了13.39%；丸粒化包衣处理根长较裸种（CK）长34.53mm，增长了60.16%；可见丸粒化包衣处理对优质稻美香占2号生根有很好的促进作用。丸粒化包衣处理苗高较裸种（CK）高0.76cm，比对照增高了6.49%。2个处理的苗高和苗干重差异不显著，可能是因为裸种（CK）比丸粒化包衣处理早发芽2d左右，幼苗生长时间相对长于丸粒化包衣处理幼苗。

表3 不同处理下美香占2号种子幼苗生长指标

生长指标	处理	
	丸粒化包衣	裸种（CK）
胚芽鞘长（cm）	1.44 ± 0.05Aa	1.27 ± 0.03Bb
根长（mm）	91.93 ± 15.27Aa	57.40 ± 6.58Bb
苗高（cm）	12.47 ± 0.43Aa	11.71 ± 1.49Aa
苗干重（mg）	13.5 ± 0.5Aa	14.9 ± 2.9Aa

同行不同大小写字母分别表示0.01和0.05水平差异显著

2.3 出苗率和成秧率 对田间出苗、成秧情况进行统计，由表4可知，丸粒化包衣处理的直播优质稻美香占2号出苗率和成秧率分别为60.96%和56.35%，裸种（CK）出苗率和成秧率分别为57.81%和53.57%，丸粒化包衣处理显著高于对照，可见丸粒化包衣处理能显著提高优质稻美香占2号的出苗率和成秧率。

2.4 主要农艺性状 由表5中可以看出，丸粒化包衣处理下直播优质稻美香占2号对株高、穗长、每穗总粒数、每穗实粒数、结实率以及千粒重的影响不显著，但有效穗数、理论产量和实际产量较裸种直

表4 不同处理下美香占2号的出苗率和成秧率

处理	重复	种子粒数（粒/m^2）	总苗数（株/m^2）	正常苗数（株/m^2）	出苗率（%）	成秧率（%）
丸粒化包衣	Ⅰ	163	101	89	61.96	54.60
	Ⅱ	160	96	92	60.00	57.50
	Ⅲ	151	92	86	60.93	56.95
	平均值				60.96Aa	56.35Aa
裸种（CK）	Ⅰ	169	100	91	59.17	53.85
	Ⅱ	164	95	87	57.93	53.05
	Ⅲ	158	89	85	56.33	53.80
	平均值				57.81Ab	53.57Ab

播对照显著增加。丸粒化包衣处理的理论产量和实际产量分别比裸种（CK）提高了1241.2kg/hm^{2}和1015.4kg/hm^2，增长幅度达到了23.19%和19.76%，丸粒化包衣处理条件下美香占2号增产主要是由有效穗数增加带来的。

表5 不同处理下美香占2号的主要农艺性状

测定项目	处理	
	丸粒化包衣	裸种（CK）
株高（cm）	102.3a	104.1a
有效穗数（万/hm^2）	448.5a	378.1b
穗长（cm）	18.8a	18.3a
每穗总粒数	106.3a	104.2a
每穗实粒数	89.6a	87.2a
结实率（%）	84.29a	83.69a
千粒重（g）	19.3a	19.1a
理论产量（kg/hm^2）	6592.5a	5351.3b
实际产量（kg/hm^2）	6154.5a	5139.1b

3 结论与讨论

种子发芽质量是水稻直播技术达到稳产和高产的关键基础，探寻丸粒化包衣技术对提高水稻直播技术生产应用有着重要的意义。发芽势、发芽率可以反映种子发芽的速度和整齐度，是衡量种子发芽质量的重要指标[6]。水稻直播技术是一种轻简化栽培技术，有利于机械化、规模化应用，但是出苗率低制约了水稻直播技术的大面积应用。国内有很多学者关注水稻直播种子发芽质量，曹微等[7]为寻找低温低氧条件下直播稻全苗问题，对23份水稻亲本材料考察了15个种子质量相关的性状，并用多种统计方法对材料进行综合评价，为进一步探寻发芽率较高的直播稻新品种提供参考。汪杰等[8]指出现阶段研发淹水直播稻栽培模式能降低水稻生产成本，这就要求加大对耐淹水直播稻新品种的选育工作，以作为水稻直播技术应用的关键配套。曾燕等[9]通过研究直播杂交水稻种子萌发特性，指出应采用差异化的浸种催芽技术来保证水稻直播的成苗率。梅俊豪[10]通过研发不同丸粒化水稻种子，模拟试验对直播水稻出苗、幼苗素质进行考察，指出含有针对性含量的丸粒化处理能提高直播水稻种子的抗逆性和发芽率，增强秧苗素质。

本研究对丸粒化包衣处理下优质稻美香占2号的发芽特性进行系统研究，种子发芽率均呈现“S”型变化，发芽进程和发芽质量因处理的不同而表现不同，丸粒化包衣处理下直播优质稻美香占2号终发芽率显著高于对照，可见种子丸粒化包衣处理对种子发芽率有很好的促进作用。大田试验中，丸粒化包衣处理的直播优质稻美香占2号出苗率和成秧率均显著高于对照，可见丸粒化处理能显著提高优质稻美香占2号的出苗率和成秧率，丸粒化包衣技术能很好地达到一播全苗的效果。丸粒化包衣处理下直播优质稻美香占2号的有效穗数、理论产量和实际产量比对照显著提高。现阶段水稻机械化穴直播技术、农用无人机直播技术都是对水稻种子催芽至“露白”后再进行播种作业，而丸粒化包衣种子表面光滑且有一定重量很适用于机械精准直播，本研究中丸粒化包衣种子发芽势为68.67%，终发芽率为79.00%，在不催芽情况下达到了很好的生产应用效果。丸粒化包衣处理后能根据实际需求增强种子对不良环境的抵抗能力，并赋予种子杀菌、杀虫、除草和驱鸟等功能，使用丸粒化包衣处理的种子直播能减少劳动力、农药、除草剂的投入，是粮食安全、粮食增产增效探索的一个新途径。

参考文献

[1] 周传猛，李科冰，古彪，黄金勇，陈海凤. 玉林市现代种业发展的SWOT分析研究. 中国种业，2019（6）：25-27

[2] 周传猛，梁琳，李科冰，黄晓琴，陈海凤，古彪，黄金勇. 玉林市水稻机械化直播发展现状与对策. 耕作与栽培，2020，40（5）：66-68

[3] 周传猛，古彪，周国列，黄金勇，黄晓琴，梁琳，李科冰，廖莉莉. 不同播种期对直播优质稻玉美占农艺性状和产量的影响. 中国种业，2021（11）：71-74

[4] 李宏，周少川，黄道强，王志东，王重荣，周德贵，陈宜波，龚蓉，赵雷，潘阳阳. 优质香稻美香占2号的选育及启示. 福建稻麦科技，2021，39（2）：1-6

[5] 王慰亲. 种子引发促进直播早稻低温胁迫下萌发出苗的机理研究. 武汉：华中农业大学，2019

[6] 颜启传. 种子检验原理与技术. 杭州：浙江大学出版社，2006

[7] 曹微，王燕，谭斌，刘伟，储莉，潘招远，赵光苗，曹桂元，周玉亮. 水稻品种直播相关的种子低温和低氧萌发活力评价. 分子植物育种，2018，16（10）：3259-3268

[8] 汪杰，李世明，王楚桃，王婧. 水稻育种发展趋势及直播耐淹水萌发研究进展. 中国种业，2020（8）：4-7

[9] 曾燕，彭运祥，杨细林，李刚，赵兴明，周小波，周春霞. 浸种时间对直播杂交水稻种子萌发的影响. 农业科技通讯，2020（12）：87-90

[10] 梅俊豪. 种子丸粒化在水稻湿直播上的应用初探. 武汉：华中农业大学，2017

（收稿日期：2021-11-21）