

杂交水稻机械化制种研究的现状、问题与对策

汤国华^{1,2}, 谢红军^{1,2}, 余应弘³

(1. 湖南省水稻研究所, 湖南 长沙 410125; 2. 国家水稻改良中心长沙分中心, 湖南 长沙 410125; 3. 湖南省农业科学院, 湖南 长沙 410125)

摘要 概述了杂交水稻分植法和混植法两种机械化制种模式的主要内容及研究现状。针对目前国内外杂交水稻机械化制种中存在的问题, 提出了相应对策: 在水稻生产集约化程度、机械化程度较高的国家和地区重点解决父母本同时播种、花期相遇的难题, 我国重点解决产业化制种基地和播种机械问题。

关键词 杂交水稻 机械化制种 现状 问题与对策

中图分类号 S511 文献标识码 A 文章编号 1006-060X(2012)03-0133-04

Status Quo of Mechanized Seed Production for Hybrid Rice and Its Problems and Countermeasures

TANG Guo-hua^{1,2}, XIE Hong-jun^{1,2}, YU Ying-hong³

(1. Hunan Rice Research Institute, Changsha 410125, PRC; 2. Changsha Branch of State Rice Improvement Center, Hunan 410125, PRC; 3. Hunan Academy of Agricultural Sciences, Changsha 410125, PRC)

Abstract: The main contents of two mechanized production patterns, parental lines planting and mixed parental lines planting of hybrid rice, and status quo of study on it were introduced at first. Then, aiming at present existing problems in mechanized seed production for hybrid rice in China and abroad, some corresponding countermeasures were proposed, i.e., in those countries and areas have high intensive degree and high mechanization degree for rice production, it should focus on solving the problems of synchronized sowing seeds of the parents and synchronization of flowering; in China, the focus is to solve the problems of constructing industrialized seed-production base and producing sowing machine.

Key words: hybrid rice; mechanized seed production; status quo; problems and countermeasures

杂交水稻是一项先进的粮食增产技术, 杂交水稻机械化制种是制约杂交水稻全球发展的一个重要因素。早在 1980 年美国圆环种子(Rice Tec 前身)就开始对南优 2 号进行机械化试制。之后, 日本、德国等纷纷开展杂交稻机械化制种研究^[1]。美国水稻技术公司、德国拜耳公司在巴西、阿根廷等南美国家采用父、母本机械旱条播^[2-6], 机械或农用飞机施肥、喷施“九二〇”, 直升机赶粉, 父、母本机械分批收割等制种技术, 实现了大面积机械化制种。

我国杂交水稻机械化制种起步相对较晚, 随着杂交水稻种子生产经营的行政区域和地方保护被打破, 杂交水稻种子生产逐步向优势生态区集中, 城镇化、工业化、农业产业化和农村土地流转政策的逐步实施, 农村人口将进一步减少, 现行劳动密集型、精耕细作型的制种技术已阻碍了杂交水稻种

子生产的发展, 国外机械化制种的模式不一定适合中国, 因此寻找适合我国自身发展的机械化制种技术就显得尤为重要。

1 杂交水稻机械化制种研究的现状

杂交水稻机械化制种可分为两种模式: 一是分植法, 二是混植法^[7-8]。分植法是指把父、母本分开种植的一种机械化制种模式。分植法最主要的形式是父、母本按行比或厢宽相间种植; 另一种形式是父母本分开集中种植, 父本开花时收集花粉、储藏并保持花粉活力, 母本开花后机械授粉。混制法是指把父、母本按一定比例混合种植的另一种机械化制种模式。混植法有机械混直播、人工或机械混撒播或父、母本混播机插等方法。

1.1 分植法机械化制种研究

分植法制种是我国杂交水稻制种的传统模式, 也是国外机械化制种的主要模式, 分植法机械化制种主要有以下 4 种形式。

1.1.1 按播差期母本直播、父本育苗移栽制种 按播差期和行比, 采用人工育苗移栽, 是我国传统的

收稿日期 2011-11-30

基金项目 湖南省杂交水稻产业技术创新战略联盟

作者简介 汤国华(1963-), 男, 湖南汉寿县, 人, 副研究员, 主要从事两系不育系选育及杂交水稻机械化制种研究。

通讯作者 余应弘

杂交水稻制种形式。为解决制种基地劳动力不足的问题,利用人工撒播、机械水直播、软盘抛秧等方式定植母本。

1.1.2 按父、母本播差期机械旱直播或育苗机插制种 父、母本按播差期机械旱直播是目前美国、巴西等国家大面积机械化制种的主要形式^[2]。其技术要点是:先翻耕土地并用激光平整机平田压实,播种前喷施除草剂杀死杂草和落谷苗,然后按播差期和行比播种父、母本。父、母本行比按收割机收割宽度确定,一般是 4~6 行父本,20~40 行母本(2~3 收割机宽),父、母本间距 60 cm 左右。机械或农用飞机施肥、喷施“九二〇”,直升机赶粉,父、母本分批收割。这种模式父、母本播差期一般 7~15 d。

1.1.3 父、母本同期旱直播或育苗机插,母本再生制种 把播差期相差 25 d 左右的父、母本同期按行比机械旱直播或育苗机插,父本幼穗分化 2~3 期时,母本幼穗分化处于 6 期左右,用轻型割苜机对母本割苜,使其再生与父本花期相遇。这种形式虽然较繁琐,但花期相遇好,制种产量较高。

1.1.4 机械采粉授粉制种 父、母本分别集中种植,在父本盛花期机械采粉、冷冻储藏,在母本盛花期机械授粉^[9]。这种模式能克服杂交水稻制种时间和空间的障碍,简化制种程序。湖南师范大学生物系在 20 世纪 80 年代中期进行了该项研究。但花粉在冷藏条件下,活力丧失快,花粉萌发率低,该制种方法难以应用。

1.2 混植法机械化制种研究

混植法机械化制种是机械化制种的理想模式,这种模式要求父、母本同时播种,同期抽穗,主要有 3 种途径。

1.2.1 生物学方法 利于雌性不育材料或自交不发芽材料作父本,两类材料均能正常提供花粉,雌性不育材料自交不结实,自交不发芽材料虽结实但不具发芽能力,两种材料在特殊条件下均能恢复育性和发芽力。这两类父本材料均有育成报道,但没有应用例证。

1.2.2 化学方法 此种方法有两种途径。一种是将抗灭杀性除草剂的基因导入不育系,如将抗草甘膦、草丁膦等的基因导入不育系,在父本授粉结束后喷施农大、Basta 等除草剂杀死父本;另一种是将对水稻选择性除草剂如苯达松敏感的基因导入父本,父本授粉后喷施苯达松杀死父本^[10]。

1.2.3 物理方法 一种是色选法,色选法是利用父、母本自身颖壳颜色差异或父、母本之一能被某

种化学物质如酚类染色,利用光学方法将父、母本分离开来的分选方法。利用父、母本自身颜色差异如褐色、绿色颖壳的不育系与正常颜色的父本制种,混植混收后色选分离,此方法因分离效率不理想等原因,未见投入应用。一种是机械分选法,利用父、母本在粒形(长、宽、厚)上的差异,父、母本混植混收后机械分选。日本在父、母本粒形差异上做过研究,当父、母本粒宽差异大于 0.7 mm 时,可利用圆孔筛分离^[11]。

2 杂交水稻机械化制种中存在的问题

杂交水稻机械化制种技术除了水稻生产机械化外,还包括机械辅助授粉技术,父、母本机械收获、分离技术,“九二〇”机械喷施技术等。上述的每个技术环节都决定杂交水稻机械化制种的成败。因此,只有了解杂交水稻机械化制种各环节存在的问题,才能更好地寻找到解决方法^[12]。

2.1 父母本花期不遇,导致制种产量低

花期相遇是杂交水稻机械化制种高产的基础。目前,大面积机械化制种的主要模式是父、母本按播差期和行比分别实行机械旱直播,父、母本播差期一般为 7~15 d。母本不能按期播种或出苗是导致花期不遇的主要原因。

2.1.1 母本不能按期播种,导致花期不遇 这种机械化制种模式父、母本必须分批播种,问题也因此而来。该播种母本时,由于下雨或土壤含水量高,播种机不能播种,母本播种只能提前或推后,从而导致花期不遇。

2.1.2 母本不能按期出苗,导致花期不遇 即使母本能按期播种,但由于土壤含水量的差异,其出苗期有时相差 7 d。巴西在机械旱直播制种实践中,母本在土壤含水量较高(或播种后 3 d 内下雨)时播种,5~7 d 出苗;在土壤含水量低(或播种后出苗前不下雨)时播种,13~14 d 出苗。

2.2 杂交稻种子纯度得不到保障

2.2.1 选择性除草剂不能完全杀死父本 混植法机械化制种,利用对水稻选择性除草剂苯达松、米唑酮类等敏感的材料作父本,授粉结束后喷施苯达松等,不能完全杀死父本,种植杂交稻时须在苗期再施除草剂一次才能完全杀死父本秧苗。拜耳在巴西采用这种模式制种^[13],杂种纯度一般在 80%左右,种子销售时折价,并配送除草剂在苗期杀死父本秧苗。水稻生产发达国家均为规模化种植,技术措施容易落实到位,而我国水稻生产农户大多小规

模经营,技术入户难度大,同时种子质量达不到国家标准禁止销售。

2.2.2 制种田自生苗不易控制 上季或上一年制种田中的落粒谷量很大,且具有发芽力时,将严重影响直播制种种子纯度。

2.3 缺少适应机械化制种的组合和基地

分植法和混植法机械化制种,对制种组合的共同要求是父、母本能同期播种且花期相遇。此外,分植法机械化制种重点应解决基地问题,混植法机械化制种重点应解决父、母本的分离问题。选育混植法机械化制种组合的难度远大于选育分植法机械化制种组合,但选育混植法机械化制种组合是我国实现大面积全程机械化制种的根本出路。

2.3.1 水稻生产机械化程度高的国家缺少适应机械化制种的组合 在水稻生产机械化程度高的国家,很多农场主拥有数百公顷集中连片、田面平整的水田,一台播种机一天能播种 50~80 hm²。这些国家只需选育父、母本能同期播种、花期相遇好的组合,就能实现大面积机械化制种高产的目标。

2.3.2 我国既缺少分植法机械化制种的基地又缺少混植法机械化制种的组合 我国耕地资源短缺,农户人均水田面积少,且多为千家万户小规模经营。我国杂交水稻制种虽然经过多年探索形成了 7 个生态区,但除江苏盐城外,人均水田少且田块不周正,不利于机械操作,很难整合成适应大面积机械化制种的基地。我国育种家很少把适应机械化制种作为组合选育的首要目标,父、母本能同期播种花期相遇的组合少,更没有混植法机械化制种组合大面积应用于生产。

3 实现杂交水稻机械化制种的对策

3.1 选育适合机械化制种的组合

3.1.1 选育父、母本能同期播种的组合 无论分植法还是混植法机械化制种,其基本前提都是选育父、母本能同期播种且花期相遇好的组合。

机械化制种要求育种家选育适合机械化制种的组合。过去,育种家对父、母本的播差期未引起重视,只强调组合优势,父、母本播差期再大,组合还是当选,这无形中增加了机械化制种的难度和花期不遇的风险。选育父、母本生育期相同或相近的组合,是实现机械化制种和花期相遇的基础。

杂交水稻制种父、母本的播差期是相对的,由于父、母本对光温反应的差异,在某一生态区父、母本不能同期播种制种的组合,而在另一生态区则可

能实现父、母本同期播种花期相遇。目前,科研人员已经选育出父、母本能同期播种制种的苗头高产组合。实践也证明,“两系法”是选育适应机械化制种组合最有效的途径。

3.1.2 选育父、母本粒型差异大的组合 我国稻种资源丰富,大面积种植的水稻品种粒形多样,千粒重、粒长差异大,利用父、母本粒形差异,选育适合混植法机械化制种组合,是实现杂交水稻机械化混植制种的理想模式。余应弘等^[14]利用矮秆、隐性小粒材料潇湘矮转育成的水稻光温敏小粒不育系,千粒重 11 g 左右,株高 60 cm,利用自主设计的圆筒窝眼型孔筛可将该小粒材料与正常恢复系完全分离。

3.2 改旋耕为铧式犁翻耕,控制落谷苗

旋耕难把田间落谷翻入底层,制种时容易出现落谷苗,影响杂种纯度。用铧式犁把表层落谷翻入底层,可防止落谷苗发生,保证种子纯度。

3.3 加强制种机械设备的研制

3.3.1 赶粉机械研制 授粉一直是杂交水稻制种劳动强度大、时间长、用工紧张的环节,授粉质量直接关系到制种产量高低。国外发达国家一般采用小型直升机赶粉,而我国杂交水稻制种基地住房多、树木多、电线多,很难利用直升机授粉。研制小型飞行赶粉器,飞行高度 2~10 m,穗层风力 5 级,飞行速度 20 km/h,授粉宽度 10 m,每台赶粉器可授粉 20 hm²,每天授粉 2 次。

3.3.2 分离机械研制 湖南省水稻研究所与湖南农业大学对不同粒型父、母本进行分离研究,联合研制出滚筒式水稻种子分选机模型,并申请了专利。该项专利适用于分离粒型差异较大的父、母本,实现父、母本机械混播、混收,机械分离全程机械化制种^[15]。

3.3.3 水田直播机械研制 山丘区大多不宜使用大型机械,因此,针对山丘区研制小型人力直播机,机重 20 kg 左右,1 人操作,每次播种 4~6 行,播种、覆泥一次完成。

3.4 建立适合机械化制种的基地

杂交水稻制种机械化是未来发展趋势,研究探索有中国特色的杂交水稻机械化制种技术体系尤为必要。制种基地的规模化是杂交水稻机械化制种的前提^[16],建设规模化制种基地要考虑土地租金、生态条件、人文条件、交通便宜等因素,建立适合机械化制种的基地。

参考文献：

[1] 戴君惕. 日本的杂交水稻研究近况[J]. 杂交水稻, 1996 (6) 33.
 [2] 李青茂. 杂交水稻在美国实行机械化制种的要求和前景[J]. 杂交水稻, 1990 (2) 45-47.
 [3] 赵 彬, 马伯军. Bar 基因及转 Bar 基因水稻的研究和利用[J]. 杂交水稻, 1999 (2) :1-2.
 [4] 薛石玉, 刘建慧. 水稻转 Bar 基因恢复系选育初报[J]. 杂交水稻, 1999 (3) :11-12.
 [5] 陈志明, 曾大力. 水稻农林 8 号苯达松敏感致死性的遗传及其应用前景[J]. 杂交水稻, 1999, 14(2) 39-40.
 [6] 黎垣庆, 刘 刚. 抗除草剂杂交稻的选育 [J]. 杂交水稻, 2000, 15(6) 9-11.
 [7] 黄育忠. 杂交水稻机械化制种技术初探[J]. 种子, 1995(6) 41-43.
 [8] 朱启升. 杂交水稻混播制种技术研究进展[J]. 作物研究, 2004, (4) 204-207.
 [9] 季申请. 杂交稻制种利用机械采粉新途径[J]. 杂交水稻, 1990, (1) 27-30.
 [10] 黎垣庆, 刘 刚. 转 Bar 基因水稻除草剂抗性遗传研究及其应

用[J]. 杂交水稻, 2000, 15(1) 40-43.
 [11] Cooley J, Ford T, Chriatou P. Molecular and genetic characterization of elite transgenic rice plants produced by electric—discharge particle acceleration. Theor. Appl. Genet, 1995, (90): 97-104.
 [12] 刘爱明, 廖翠猛, 杨文星. 杂交水稻种子生产面临的问题与技术创新[J]. 第 1 届中国杂交水稻大会论文集, 2010, 25(专辑) : 459-461.
 [13] 邓小林. 杂交水稻在美国的研究现状和应用前景 [J]. 杂交水稻, 1998, 13(4) 29-30.
 [14] 余应弘, 吴云天, 曾 翔, 等. 水稻矮秆小粒突变体潇湘矮的特征特性及其遗传鉴定[J]. 杂交水稻, 2007, (6) 57-70.
 [15] 余应弘. 小粒矮秆水稻在杂交水稻工程化制种中的应用基础研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2010.
 [16] 帅国元, 易俊章, 刘爱民, 等. 杂交水稻种子产业化基地建设倡议[J]. 杂交水稻, 2002, 17(1) :15-17.

(责任编辑:石 君)

(上接第 132 页)

级虽然情况不符合,但是也只相差一个等级,可见计算的结果是比较理想的。由于相似的影响因子组合会导致相似的粮食年产量,所以可以通过前期的因子来预测浙江省未知年的粮食产量。

表 3 浙江省粮食年产量各等级的关联函数值、计算等级及实际等级

年份(年)	1.00	2.00	3.00	4.00	j'	计算等级	实际等级	符合情况
1995	-0.29	-0.53	-0.43	0.50	4	高产年	高产年	符合
1996	-0.49	-0.52	-0.48	0.46	4	高产年	高产年	符合
1997	-0.43	-0.64	-0.43	0.35	4	高产年	高产年	符合
1998	-0.45	-0.45	0.59	0.01	3	较高产年	高产年	相差一级
1999	-0.32	-0.52	0.04	-0.19	3	较高产年	较高产年	符合
2000	-0.29	-0.18	0.87	-0.27	3	较高产年	较高产年	符合
2001	-0.09	-0.07	-0.03	-0.36	3	较高产年	较高产年	符合
2002	-0.03	-0.02	-0.12	-0.36	2	中产年	中产年	符合
2003	-0.13	-0.11	-0.23	-0.37	2	中产年	中产年	符合
2004	-0.15	-0.04	-0.13	-0.31	2	中产年	中产年	符合
2005	0.01	-0.03	-0.11	-0.35	1	低产年	中产年	相差一级
2006	0.18	-0.09	-0.02	-0.35	1	低产年	低产年	符合
2007	0.25	-0.12	-0.24	-0.37	1	低产年	低产年	符合
2008	0.03	-0.03	-0.19	-0.36	1	低产年	低产年	符合
2009	0.20	-0.11	-0.22	-0.37	1	低产年	低产年	符合

4 结 语

笔者利用前期的影响因子进行计算,可以使物元分析方法起到了预测的作用,可以利用灰色关联分析,挑选出与粮食产量关系密切的影响因子,然后逐次删除关联度不大的因子,不断调整分界值,可以使母序列的计算等级和实际等级的历史拟合率达到最大,其结果是比较理想的。因此,可以利用物元分析对未来粮食产量变化做出较准确的预测,这无疑是比较科学且有效的方法。

参考文献：

[1] 冯利华. 水资源变化趋势的物元分析 [J]. 地域研究与开发, 1999, 18(2) :18-21.
 [2] 蔡 文. 物元模型及其应用 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1996.
 [3] 罗文斌, 吴次芳, 汪友洁, 等. 基于物元分析的城市土地生态水平评价: 以浙江省杭州市为例 [J]. 中国土地科学, 2008, 22 (12) 31-38.
 [4] 张运强. 物元分析在蔬菜产量变化预测中的应用[J]. 湖南农业科学, 2011 (11) :155-157.

(责任编辑:石 君)