

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20240906002

# 两系杂交水稻种子纯度田间鉴定与分析

喻俊杰 陈斌 孙统庆 吴连勇 邵培珺 许明

(江苏省种子南繁南鉴站,南京 210000)

**摘要:**种子纯度作为杂交水稻种子质量评价的核心指标,直接影响水稻产量和品质。为分析近年来江苏省两系杂交水稻制种纯度变化趋势和影响种子纯度的主要因素,对 2021–2023 年江苏省种业企业送检的两系杂交水稻种子进行了纯度种植鉴定。结果表明,样品纯度平均合格率为 93.14%,且呈逐年上升趋势,但不同品种间纯度差异较大;在 93 份不合格样品中,不育株率、其他杂株率平均值分别为 5.21%、4.56%,年份间波动较大;不同制种区域送检的样品在纯度、合格率及含杂率等方面存在一定差异。在两系杂交水稻制种过程中重点控制不育株、大青棵等杂株的出现概率,并合理选择基础设施完善的制种基地,将有利于制种纯度水平的提高,研究结果为有效防控杂交水稻制种风险提供了理论依据。

**关键词:**两系杂交水稻;种子纯度;田间鉴定

## Identification and Analysis of Two-Line Hybrid Rice Seed Purity

YU Junjie, CHEN Bin, SUN Tongqing, WU Lianyong, SHAO Peijun, XU Ming

(Jiangsu Provincial Seed Southern Propagation and Identification Station, Nanjing 210000)

两系法杂交水稻育种是基于光温敏雄性不育系建立的杂种优势利用途径,与三系法相比,不受恢保关系的限制,配组更加自由,制种程序相对简单。2019–2023 年全国共育成两系杂交稻国审品种 1097 个,占育成杂交稻品种的 54.52%,已成为我国水稻生产中的主要类型。江苏省作为全国两系杂交水稻优势制种区,其下辖的盐城市大丰区、阜宁县、建湖县及淮安市金湖县被认定为国家级杂交水稻生产基地,年制种面积和产量分别占全国 15% 和 20% 左右,为全国两系杂交水稻的生产推广提供了优质种源<sup>[1]</sup>。但在生产实践中,由于两系杂交水稻光温敏不育系易受外界异常低温影响,引起育性转换,从而导致制种纯度大幅度下降,甚至出现制种报废的现象<sup>[2]</sup>。在 2009–2015 年间,江苏盐城有 4 年因夏季出现异常低温,造成大面积两系杂交水稻制种失败<sup>[3]</sup>。相关研究表明,杂交稻亲本纯度每降低 1%,制种田纯度就会下降 6%~7%,粮食生产就会减产

10% 左右<sup>[4]</sup>。因此,研究影响两系杂交水稻种子纯度的主要因素,对防控两系杂交水稻制种风险,确保粮食生产安全具有重要作用。

目前,种子纯度海南田间种植鉴定(南鉴)是国家标准规定的、最直观、应用最广泛的纯度鉴定方法<sup>[1]</sup>。江苏省南繁基地自 20 世纪 90 年代以来一直承担江苏省内种子企业委托的杂交水稻南鉴工作,有效防止了种子质量事故的发生,并创造了巨大的社会效益和经济效益。为进一步探究近年来江苏省两系杂交水稻制种纯度变化趋势和影响种子纯度的主要因素,本研究在 2021–2023 年对江苏省种业企业送检的 1273 份两系杂交水稻种子样品进行了海南异季田间纯度种植鉴定,并对种子样品纯度、杂株率及主要杂株类型进行了分析,以便为提高企业制种质量,保障农业生产用种安全提供参考。

### 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 以 2021–2023 年江苏省各种业企业送检的 1273 份两系杂交水稻种子样品为试验材料,送检样品均为种业企业于 2021–2023 年在江苏省范围内制种生产的 F<sub>1</sub> 种子样品。

基金项目:江苏现代农业(水稻)产业体系示范基地(JATS〔2023〕312)

通信作者:许明

**1.2 试验地点** 试验安排在海南省三亚市海棠区江苏南繁基地,选择土地平整、地力均匀、肥力中等的田块种植。

**1.3 田间设计** 鉴定田四周设保护行,鉴定样品按顺序排列种植,每个样品种植1个小区,小区间间隔0.3m,每个小区种植500株,行株距为20cm×17cm,每穴严格实行单株栽插。在移栽活棵后对每个小区进行定苗,并对缺棵、少棵的小区进行补苗,确保每个小区鉴定株数不少于400株。

**1.4 栽培管理** 一般在每年10月20日左右播种,播种前选用强氯精浸种,防止种子带菌;采用湿润育秧,精细苗床管理,培育壮秧,秧龄25d左右移栽;移栽后按常规大田生产管理进行,适度少施化肥,移栽活棵后,每667m<sup>2</sup>施用复合肥40kg,后期看苗补肥,确保植株正常生长、特征特性充分表达,防止倒伏;移栽7d后进行1次化学除草,后期加强病虫害的防治和灭螺、灭鼠等。

**1.5 性状测定** 依据NY/T 4017—2021《农作物品种纯度田间小区种植鉴定技术规程 稻》进行调查与鉴定。水稻移栽返青后,对照各品种不同时期的特征特性进行田间初步鉴定,对杂株或可疑植株采用有颜色的绳子标记,做好记载后观察鉴定。在杂交种品种特征特性表现最明显的抽穗扬花期,对每个小区逐株进行最终鉴定,识别非典型株以主要性状为主、次要性状为辅。样品纯度(%)=(样品总株数-样品杂株数)/样品总株数×100。按鉴定年份对种子纯度、不育株率和其他杂株率进行统计与对比分析。

## 2 结果与分析

**2.1 样品组成情况** 2021—2023年累计种植鉴定两系杂交水稻样品共1273份,均以杂交籼稻为主。从鉴定样品组合看,所有样品涉及177个品种组合,排名前3位的组合为晶两优534、晶两优华占、晶两优8612,分别占送检样品的18%、11%、5%,共代表种子数量678.85万kg,这些品种均是当前生产上主推

的两系杂交稻品种,这表明江苏省杂交水稻制种组合紧跟市场需求形势。从鉴定样品制种区域看,来源于盐城市建湖县、阜宁县、大丰区3个制种区域的样品数位居前3位,分别占送检样品的30%、29%、27%,这3个区域均是国家级制种大县。

**2.2 纯度合格率** 对样品纯度分析发现,1273份样品平均纯度为98.31%,但不同组合间、年份间纯度差异较大,其中2023年生产的山两优164纯度最低,仅为50.43%,其次是2021年生产的晶两优534,为56.91%,而2023年生产的N两优1998、民两优华占纯度均高达100%(表1)。纯度达国标二级种(96%≤纯度<98%)以上的样品共有1180份,平均合格率为93.14%,且呈逐年上升趋势,从2021年的91.75%提高到2023年的95.54%,累计提升3.79个百分点,其中国标一级种(纯度≥98%)占比从2021年的78.19%提高到2023年的83.27%(图1)。这表明,近年来江苏省两系杂交稻制种纯度质量整体上稳步提升。

### 2.3 杂株类型

**2.3.1 不育株率** 对93份不合格样品种子杂株类型分析发现,不育株率居第1位,平均值高达5.21%(表2)。从年份间看,不育株率在年份间波动较大,其中2023年不合格样品中不育株率最高,为6.16%,2022年最低,为3.65%,这可能与江苏省2023年夏季极端降雨天气出现频率较高有关。从品种组合上看,不育株率居前3位的品种分别为2023年生产的山两优164(不育系为山S)、2021年生产的晶两优534(不育系为晶4155S)和2022年生产的连两优9312(不育系为9311S),不育株率分别达48.50%、26.80%、18.83%(表3)。在不育株率排名前十的样品中,共涉及6个不育系,其中山S、晶4155S、9311S、1892S、荆118S等5个不育系均含有农垦58S血缘。

**2.3.2 其他杂株率** 在93份不合格样品中其他杂株率平均值为4.56%(表2),主要包含变异株和异品种两类。从年份间看,其他杂株率在年份间有所

表1 2021—2023年两系杂交稻鉴定样品纯度合格率

年份	样品数	纯度(%)			合格样品数			合格率(%)
		最低值	最高值	平均	一级	二级	小计	
2021	509	56.91	99.82	98.10	398	69	467	91.75
2022	495	76.36	99.80	98.47	395	61	456	92.12
2023	269	50.43	100	98.35	224	33	257	95.54
合计	1273	50.43	100	98.31	1017	163	1180	93.14

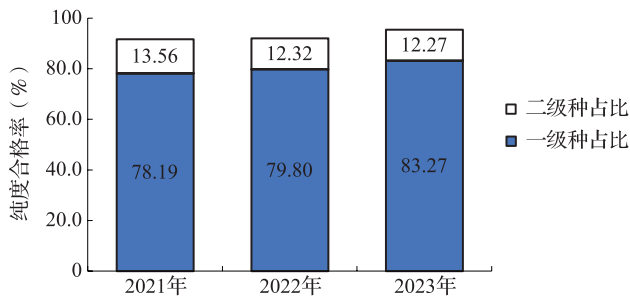


图1 2021-2023年两系杂交稻鉴定样品一级种、二级种占比变化

波动,其中2023年最高,达5.94%,2022年最低,达3.22%。从品种组合上看,其他杂株率最高的是2023年生产的两优631,达31.02%,其次为2021年生产的晶两优534,达16.29%。值得注意的是,在田间鉴定过程中,发现其他杂株类型中大青棵杂株出现频率相对较高,该类型杂株一般在海南田间鉴定中表现为植株相对偏矮、早熟,但在江苏省正季鉴定或大田种植中则表现为植株高大、多蘖、长势旺盛。

表2 不合格样品杂株类型及含杂率

年份	不合格样品数	平均鉴定株数	不育系株数			不育株率(%)	其他杂株株数			其他杂株率(%)
			最低值	最高值	平均		最低值	最高值	平均	
2021	42	465	0	130	27	5.81	2	79	21	4.52
2022	39	466	0	90	17	3.65	0	43	15	3.22
2023	12	471	0	226	29	6.16	5	152	28	5.94
合计	93	467	0	226	24	5.21	0	152	21	4.56

表3 不育株率前10名样品的含杂类型及纯度

年份	组合名称	不育系	不育株率(%)	其他杂株率(%)	纯度(%)
2023	山两优164	山S	48.50	1.07	50.43
2021	晶两优534	晶4155S	26.80	16.29	56.91
2022	连两优9312	9311S	18.83	4.81	76.36
2023	山两优164	山S	16.52	2.17	81.31
2021	徽两优898	1892S	16.16	0.87	82.97
2022	连两优9312	9311S	15.45	3.00	81.55
2022	连两优9312	9311S	14.69	3.15	82.16
2021	糯两优561	糯56S	12.34	1.05	86.61
2021	荆两优233	荆118S	11.23	0.62	88.15
2021	荆两优233	荆118S	9.54	0.62	89.84

表4 不同制种区域鉴定样品纯度合格率及含杂率

制种区域	样品数	不合格样品数	纯度(%)	合格率(%)	不育株率(%)	其他杂株率(%)
大丰区	343	25	98.28	92.71	0.76	0.96
建湖县	376	28	98.35	92.55	0.68	0.97
阜宁县	363	21	98.41	94.21	0.67	0.92
金湖县	68	4	98.35	94.12	0.71	0.94
其他地区	123	15	97.71	87.80	1.11	1.18

2.4 制种基地间差异 对江苏省内4个制种大县及其他地区送检的样品分析发现,在样品纯度方面,来自盐城市大丰区、建湖县、阜宁县及淮安市金湖县4个国家制种大县的样品平均纯度均在98.00%以上,而江苏省内其他地区制种送检样品平均纯度为97.71%,整体略低于国家制种基地送检样品(表4)。在样品合格率方面,样品纯度合格率最高的是阜宁县,为94.21%,其次是金湖县,为94.12%,而江苏省内其他地区鉴定样品仅为87.80%。在样品含杂率方面,江苏省内其他地区制种送检样品在不育株率和其他杂株率方面均高于大丰区、建湖县、阜宁县及金湖县4个国家制种大县的供检样品。综上表明,不同制种区域间生产的种子纯度和含杂率存在一定差异,选择适宜制种区域至关重要。

### 3 结论与讨论

强化两系杂交稻种子生产管理,提高种子纯度质量,是两系杂交稻产业化和制种企业生存发展的重要基础。本研究发现,在93份不合格样品中,不育株率为5.21%,在所有杂株类型中居第1位,这与高友丽等<sup>[5]</sup>研究结果一致。两用核不育系稳定的不育期及不育期内对低温的不敏感性是影响两系杂交水稻品种大面积应用于生产的关键因素<sup>[6]</sup>。目前,生产上应用的两系核不育系绝大多数是由农垦

58S、安农 S-1、株 1S 等衍生而来<sup>[7]</sup>。高友丽等<sup>[5]</sup>通过对 5615 份两系杂交水稻种子纯度鉴定发现,由株 1S 衍生的不育系所配组合品种纯度合格率比由农垦 58S、安农 S-1 等衍生的不育系所配组合高 0.29 个百分点。本研究发现,在不育株率排名前十的样品中,来源农垦 58S 血缘的不育系占比较大。相关研究表明,温敏核不育系株 1S 育性转换起点温度只有 22.6℃,杂交制种的安全性较高<sup>[8]</sup>,而光敏核不育系农垦 58S 的遗传模式较为复杂,在其衍生的不育系中应用面积最大、不育临界温度最低的是培矮 64S,但培矮 64S 不育临界温度仍高于株 1S,杂交制种也没有株 1S 安全<sup>[9]</sup>。因此,在实际生产中,要充分掌握制种组合不育系的特征特性,优先选用低不育起点温度的两用核不育系组合制种,还要注重不育系核心种子生产,以防止不育系不育起点温度漂变。

本研究同时还发现,影响两系杂交稻制种纯度的因素除不育株外,其他杂株类型也很重要。在不合格样品中,其他杂株率平均值高达 4.56%,其中大青棵出现频率较高。一般认为,大青棵是籼稻不育系与粳稻父本或粳稻不育系与籼稻父本杂交产生的一种带不育细胞质的籼粳杂种类型<sup>[10]</sup>。研究表明,在籼稻品种和粳稻品种混种的稻区,可能由于隔离不严或制种田中的不育系接受周围粳/籼稻品种的花粉,从而受精结实使子一代产生大青棵<sup>[11]</sup>。江苏省既是我国南方最大的粳稻种植省份,也是重要的籼型两系杂交稻制种区域,因此在制种过程中要合理安排茬口布局,严格做好制种田隔离工作,以减少制种田外来花粉源,同时还要做好制种田除杂工作,尤其是母本抽穗期的除杂。

制种基地的合理选择,也是获得高纯度两系杂交种子的关键因素之一。本研究发现,在盐城市大丰区、建湖县、阜宁县及淮安市金湖县 4 个国家杂交水稻制种基地制种送检的样品,平均纯度和合格率均高于省内其他地区样品,这可能得益于这些国家级制种基地集中连片规模化优势突出、基础设施配套完善、全程机械化技术领先、制种高素质人才队伍稳定等因素<sup>[12]</sup>。因此,在江苏省制种区域选择方面,应优先选择规模化、机械化、信息化水平高的优

势制种基地,并可以在适宜生态区尽量分散多点布局,以降低极端天气导致的制种风险。同时,要兼顾考虑不育系育性敏感期和抽穗扬花期这 2 个安全期,江苏省制种一般将不育系的敏感期安排在 7 月下旬至 8 月上旬。

江苏南鉴作为江苏省种子质量监管体系的重要环节,在鉴定和把控种子纯度方面起着重要作用。本研究通过对 1273 份两系杂交水稻种子纯度种植鉴定分析发现,在所有杂株类型中,不育株是影响纯度的主要因素,不同制种区域的种子纯度及其合格率也存在差异,因此在实际生产中,要严格控制不育株、大青棵等杂株出现概率,并合理选择适宜的制种基地,以提高制种纯度水平。

#### 参考文献

- [1] 孙统庆,陈斌,汤义华,邵培珺,陈永梅,吴连勇,喻俊杰. 浅谈江苏杂交水稻种子纯度海南田间种植鉴定. 中国稻米,2020,26(2): 60-62
- [2] 郑兴飞,董华林,郭英,殷得所,王红波,胡建林,查中萍,曹鹏,徐得泽. 两系法杂交水稻的育种成就与展望. 作物研究,2021,35(5): 509-513
- [3] 雷东阳,陈立云. 江苏盐城两系杂交稻制种气象安全分析与思考. 杂交水稻,2015,30(6): 18-20
- [4] 胡晋. 种子检验学. 北京:科学出版社,2015
- [5] 高友丽,谢志梅,陈立,秦鹏,符辰建. 湖南省两系杂交水稻种子纯度及其影响因素分析. 杂交水稻,2018,33(5): 17-22
- [6] 张现伟,杨远柱,肖人鹏,李超明,段秀建,唐永群,李经勇. 中国两系法杂交水稻品种审定及应用分析. 杂交水稻,2023,38(6): 1-7
- [7] 汪邑晨,朱本顺,周磊,朱骏,杨仲南. 光/温敏核不育系的不育机理及两系杂交稻的发展与展望. 中国水稻科学,2024,38(5): 463-474
- [8] 杨远柱,符辰建,胡小淳,张章,周永祥,宋永帮. 株 1S 温敏核不育基因的发现及超级杂交早稻育种研究. 中国稻米,2007,13(6): 17-22
- [9] 王思瑶,潘晓玲,刘敏,李佳馨,陈慧玲,毛丹丹,戴小军,梁满中,陈良碧. 不育系培矮 64S 衍生的近等基因系的育性感温性及基因初定位研究. 生命科学研究,2021,25(6): 479-487
- [10] 戴剑. 杂交稻亲本 SSR 指纹图谱构建及两系杂交稻和大青棵鉴定的研究. 南京:南京农业大学,2011
- [11] 白和盛,王宝和. 杂交稻青棵的成因及对策. 种子世界,1991(9): 35
- [12] 徐瑶,王红兵,李燕. 江苏省国家杂交水稻制种大县高质量发展建设发展途径探讨. 中国种业,2020(1): 36-39

(收稿日期: 2024-09-06)