

不同基因型水稻花药培养效果的比较研究

赵沙沙 潘高峰 陈波 房振兵 潘秀才 田永宏

(襄阳市农业科学院,湖北襄阳 441057)

摘要:为了筛选到花药培养效果好的水稻材料,选取常规籼稻、籼粳杂交稻、粳型杂交稻和粳型杂交稻4种不同类型的水稻材料进行花药培养,比较它们在花药培养过程中的愈伤组织诱导率和花药培养效果,建立高效花药培养再生体系。结果表明,禾香1号和福稻99愈伤组织诱导率较高,分别为3.01%和1.55%,可作为水稻花培育种的优良亲本。以玉晶91为亲本配制杂交组合并进行花药培养,结果表明玉晶91与某些亲本间具有较好的花药培养配合力和杂种优势,在水稻花培育种中具有一定的潜在利用价值。粳型材料中,甬优1526、组合圣稻18-15//春江041/武运粳24、中浙粳18/鄂香2号和香1号/17J42均不适合作为水稻花药培养育种的材料。甬优2640的花药培养愈伤组织诱导率和绿苗分化率均较高,可以在水稻花培育种和DH群体创建中加以利用。这对创制新的种质资源、构建DH群体和培育新品种具有十分重要的意义。

关键词:水稻;花药培养;基因型;愈伤组织诱导率;分化率

花药培养是一种快速获得单倍体植株的常规技术,是产生单倍体植株和创制新的种质资源的重要途径^[1-2]。1968年日本学者新关(Niizeki)和大野(Oono)首次利用水稻花药培养技术获得了单倍体植株^[3]。中国于20世纪70年代开始水稻花药培养研

究,在水稻花药培养技术体系的构建、新的种质资源创制、新品种培育上取得了很大的发展^[4]。采用常规育种方法耗时长、效率低,而水稻花药培养技术诱导产生的单倍体,表现出双亲性状的各种重组类型,通过人工处理或自然加倍,在当代就可以获得稳定的二倍体植株^[5],有效缩短育种周期,提高选择效率,加快育种进程^[6]。将花药培养技术与常规育种技术相结合,可以快速改良水稻品质、产量、抗病性和生育

基金项目:湖北省农业科技创新中心重大科技研发项目(2020-620-000-002-01);湖北省重点研发计划项目(2020BBB053)

通信作者:田永宏

- 研究. 干旱区资源与环境, 2010, 24 (2): 204-208
- [19] 喻方圆, 刘远. 聚乙二醇渗透处理对马尾松种子活力的影响. 南京林业大学学报, 2000, 40 (1): 38-40
- [20] 褚小兰, 曹岚. 5种地锦草的种子形态电镜扫描比较. 时珍国医国药, 2000, 11 (8): 707-708
- [21] 焦冬英, 杨春, 蔡传涛, 蔡志全. 不同海拔高度对星油藤叶片特性、植株生长及种子成分的影响. 热带作物学报, 2016, 37 (2): 365-371
- [22] 戴海芳, 武辉, 阿曼古丽·买买提阿力, 王立红, 麦麦提·阿皮孜, 张巨松. 不同基因型棉花苗期耐盐性分析及其鉴定指标筛选. 中国农业科学, 2014, 47 (7): 1290-1300
- [23] 李阳, 陈静, 刘绍东, 沈倩, 张思平, 葛常伟, 刘瑞华, 马慧娟, 万素梅, 庞朝友. 外源褪黑素对盐胁迫下棉花幼苗生长及光合特性的影响. 新疆农业科学, 2021, 58 (8): 1418-1426
- [24] 孙文君, 江晓慧, 付媛媛, 申孝军, 高阳, 王兴鹏. 盐胁迫对棉花幼苗叶片叶绿素荧光参数的影响. 灌溉排水学报, 2021, 40 (7): 23-28
- [25] 于玉梅, 严青青. 不同品种海岛棉苗期根系耐盐碱性比较. 农村科技, 2021, 418 (4): 16-17

- [26] 罗廷彬, 任巍, 谢春虹. 新疆盐碱地生物改良的必要性与可行性. 干旱区研究, 2010, 33 (1): 46-48
- [27] 孙小芳, 刘友良. 棉花品种耐盐性鉴定指标可靠性的检验. 作物学报, 2001, 9 (6): 794-801
- [28] 中国农业科学院棉花研究所. 中国棉花遗传育种学. 济南: 山东科学技术出版社, 2003
- [29] Finch-Savage W E, Clay H A, Lynn J R, Morris K. Towards a genetic understanding of seed vigour in small-seeded crops using natural variation in *Brassica oleracea*. Plant Science, 2010, 179 (6): 582-589
- [30] 张锦伟, 许键, 杨改刚, 谭学林. 用不同浓度 NaCl 溶液筛选水稻苗期耐盐抗旱材料. 西南农业学报, 2004 (S1): 81-84
- [31] 张国新, 王秀萍, 鲁雪林, 刘雅辉. 隶属函数法鉴定水稻品种耐盐性. 安徽农学通报, 2011, 17 (1): 36-37
- [32] 解松峰, Kansaye A, 杜向红, 聂小军, 方桂英, 杨建涛, 李康, 张保军, 宋卫宁. 30份引进大麦品种(系)苗期耐盐性综合分析. 草业科学, 2010, 27 (4): 127-133

(收稿日期: 2022-05-31)

期等性状,对新品种培育和水稻生产具有重要意义。

水稻花药培养再生体系受材料基因型、生理状态、培养基组分以及培养条件等多个因素的影响,其中,基因型是影响水稻花药培养效率最关键的因素^[7]。研究表明,不同基因型水稻的花药培养效率有明显差异,双亲杂交 F_1 的花培效率一般会介于双亲之间而偏向母本。如果双亲的花培效率高,则杂交 F_1 的效率也会较高^[8-9]。因此,可以通过筛选基因型,积累具有较高愈伤组织诱导率或者花培效率的水稻材料,组配优异的杂交组合来获取较大量的再生植株群体^[3]。目前,水稻花药培养仍有一定的难度,尤其是籼稻花药培养力过低,获得的花培后代群体较小^[10],这与缺乏花药培养再生能力高、综合农艺性状优良的水稻材料有很大关系。从大面积推广应用的水稻品种或具有育种价值的水稻材料中筛选、评价高花药培养力的水稻基因型作为花药培养的材料具有现实性和必要性。

本研究选取常规籼稻、籼粳杂交稻、籼型杂交稻和粳型杂交稻4种不同类型的水稻材料进行花药培养,比较它们在花药培养过程中的愈伤组织诱导率和花药培养效果,以期水稻花培育种提供可以选择的优良基因型。研究对提高水稻花药培养效果、培育花培新品种以及加速水稻花药培养愈伤组织在遗传转化中的应用具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料 选用的试验材料共分为4类:常规籼稻、籼粳杂交稻、籼型杂交稻和粳型杂交稻,如表1所示。

1.2 花药培养方法

1.2.1 幼穗取材和低温预处理 试验在襄阳市农业科学院团山基地进行。田间选择生长健壮、无病虫害、处于孕穗期的植株,晴天8:00–10:00取带有剑叶和倒二叶的幼穗。外部形态特征主要表现为:剑叶与倒二叶的叶枕距为8~13cm,苞大而不破,剥开苞叶可见幼穗的颖壳宽度已接近成熟大小,颖壳大多数呈黄绿色,花丝长度为颖壳的1/3~1/2。对田间选取的幼穗镜检时,大多数花粉发育处于单核靠边期(即大孢子发育晚期),此时花药形成愈伤组织的能力最强。将带苞叶幼穗的叶片剪去留叶鞘,用75%的酒精擦拭消毒后用干净的湿润纱布包裹,装入保鲜袋中密封贴上标签,注明材料名称和取样时间等信息,在光照培养箱中8℃条件下进行7~11d的低温预处理。

1.2.2 花药接种 用75%的酒精对预处理后的稻穗表面进行消毒,然后在超净工作台上剥除叶鞘,选取合适的带枝小穗,置于50mL离心管中,加入75%酒精浸泡1min后倒掉,用无菌水冲洗1次,然后加入新配制的3%次氯酸钠溶液完全浸没小穗,

表1 不同类型试验材料

材料类型	材料或者组合	特点
常规籼稻	农香 24	籼型常规优质稻品种,2016年通过湖南省审定,湘审稻 2016019
	禾香 1 号	地方籼型常规优质稻品系
	福稻 88	籼型常规水稻品种,2018年通过湖北省审定,鄂审稻 2018018
	福稻 99	籼型常规水稻品种,2019年通过湖北省审定,鄂审稻 2019036
	黄华占	全国种植面积最大的籼型常规优质稻品种,通过多省审定
	粤禾丝苗	两系杂交水稻测配广泛应用的籼型恢复系,通过多省审定
	华占	两系杂交水稻测配广泛应用的籼型恢复系,植物新品种权号: CNA20080059.0
籼粳杂交稻	甬优 2640	三系籼粳交水稻品种,通过多省审定
	甬优 1526	三系籼粳交水稻品种,2019年通过湖北省审定
籼型杂交稻	玉晶 91/鄂中 5 号	2019–2020 年配制的籼稻 F_1 杂交后代
	玉晶 91/农香 24	同上
	玉晶 91/玉针香	同上
	鄂中 5 号/禾香 1 号	同上
粳型杂交稻	圣稻 18–15//春江 041/武运梗 24	2019–2020 年配制的粳稻 F_1 杂交后代
	香 1 号/17J42	2017–2020 年配制的长粒型粳稻 F_4 杂交后代
	中浙梗 18/鄂香 2 号	同上

放在涡旋振荡仪上振荡 25min,倒掉次氯酸钠溶液用无菌水冲洗 4~5 次,再用无菌滤纸吸干水分。在无菌条件下用剪颖抖药法将花药接种至诱导愈伤培养基上,每个组培瓶接种 100~200 个花药,在组培瓶上注明接种材料和时间,每个处理 3 次重复。在 26~28℃ 的黑暗条件下培养,接种 30~60d 内统计愈伤组织诱导率。

1.2.3 愈伤组织分化及壮苗 将已长出的约 1.0~2.0mm、淡黄紧凑的新鲜愈伤组织转移到分化培养

基上,先暗培养 3d,然后在 26℃、1000~1500Lx、10~12h/d 光照条件下分化培养。在转分化后 30~40d 内统计绿苗分化率和白苗分化率。

待绿苗长至高 3~5cm 时,将其转移至生根培养基中生根。培养约 7d 后,小苗开始生根,20d 左右小苗根长达 1.5~2.5cm,打开瓶盖炼苗,3d 后洗干净培养基,移栽到大田进行常规管理。

1.3 培养基 诱导愈伤培养基、分化培养基和生根培养基分别按照表 2 进行配制,pH 值均为 5.7~5.9。

表 2 所用培养基配方

培养基	水稻类型	组成成分
诱导愈伤培养基	常规籼稻、籼型杂交稻	改良 M8+ 蔗糖 50g/L+KT 1.0mg/L+2,4-D 2.0mg/L+NAA 3.0mg/L + 脯氨酸 600mg/L+ 植物凝胶 3.0g/L
	粳籼杂交稻、粳型杂交稻	N6+ 蔗糖 50g/L+KT 1.0mg/L+2,4-D 2.0mg/L+NAA 3.0mg/L + 脯氨酸 600mg/L+ 植物凝胶 3.0g/L
分化培养基	所有类型	MS+KT 2.0mg/L+6-BA 0.5mg/L+NAA 0.5mg/L+ 蔗糖 30g/L+ 植物凝胶 3.0g/L
生根培养基	所有类型	1/2MS+NAA 1.0mg/L+ 蔗糖 30g/L+ 植物凝胶 3.0g/L

1.4 数据统计与分析 用 Microsoft Excel 整理数据,计算愈伤诱导率、绿苗分化率、白苗分化率以及花药培养力,以确定试验材料花药培养力(绿苗产率)的大小。试验数据用 SPSS23.0 统计软件进行单因子方差分析以及相关分析。计算公式如下。

愈伤诱导率(%) = 诱导出的愈伤组织块数 / 接种总花药数 × 100

绿苗分化率(%) = 分化出绿苗的愈伤组织块数 / 接种愈伤组织总块数 × 100

白苗分化率(%) = 分化出白苗的愈伤组织块数 / 接种愈伤组织总块数 × 100

花药培养力(%) = 愈伤诱导率 × 绿苗分化率 × 100

2 结果与分析

2.1 常规籼稻花药培养效果 常规籼稻的花药培养效果如表 3 所示,其愈伤组织诱导率为 0.18%~3.01%,禾香 1 号的愈伤组织诱导率最高,福稻 88 的愈伤组织诱导率最低,不同材料之间的愈伤组织诱导率存在差异,有些材料间差异达显著水平。根据愈伤组织诱导率将不同材料分为容易诱导类、较易诱导类和较难诱导类,禾香 1 号和福稻 99 的愈伤组织诱导率超过 1%,显著高于其他材料,为容易诱导类;粤禾丝苗和农香 24 的愈伤组织诱导率超过

0.5%,为较易诱导类;黄华占、华占和福稻 88 的愈伤组织诱导率低于 0.5%,属于较难诱导类。所有材料诱导出的愈伤组织均未分化出绿苗。

表 3 不同籼稻材料花药培养的愈伤组织诱导率比较

材料	接种花药数	愈伤组织数	愈伤组织诱导率(%)	诱导类别
农香 24	1790	11	0.61cd	较易
禾香 1 号	1762	53	3.01a	容易
福稻 88	3872	7	0.18d	较难
福稻 99	1032	16	1.55b	容易
黄华占	2150	9	0.42cd	较难
粤禾丝苗	1658	14	0.84c	较易
华占	2236	6	0.27d	较难

不同小写字母表示品种间差异在 P<0.05 水平显著,下同

禾香 1 号是地方常规籼型高档优质稻品系,米质优;福稻 99 是湖北省近几年自主选育并通过审定的籼型常规水稻品种,综合性状好,花药培养又相对容易,是进行水稻花培育种的优良亲本,可以选择优缺点互补、综合性状好的亲本与它们配制优异的杂交组合进行花药培养以创建 DH (Doubled haploid, 即双单倍体)群体。

2.2 籼型杂交稻花药培养效果 玉晶 91 作为亲本

组配的 F_1 杂交组合的花药培养愈伤组织诱导率为 0.19%~1.79%, 玉晶 91/ 农香 24 最高, 玉晶 91/ 玉针香最低, 组合间差异显著(表 4)。组合玉晶 91/ 农香 24 和玉晶 91/ 鄂中 5 号的愈伤组织诱导率均超过 1%, 显著高于玉晶 91/ 玉针香, 容易诱导出愈伤组织。鄂中 5 号/ 禾香 1 号的愈伤组织诱导率为 1.38%, 也容易诱导出愈伤组织。所有材料诱导出的愈伤组织均未分化出绿苗。

表 4 不同粳型杂交稻花药培养的愈伤组织诱导率比较

组合	接种花药数	愈伤组织数	愈伤组织诱导率(%)	诱导类别
玉晶 91/ 鄂中 5 号	1522	20	1.31b	容易
玉晶 91/ 农香 24	1563	28	1.79a	容易
玉晶 91/ 玉针香	1068	2	0.19c	较难
鄂中 5 号/ 禾香 1 号	1303	18	1.38b	容易

以玉晶 91 组配的 F_1 杂交组合的愈伤组织诱导率除了玉晶 91/ 玉针香外均较高, 表明玉晶 91 与某些亲本间具有较好的杂种优势和花药培养配合力, 而玉针香的愈伤组织诱导率可能较低, 所以配制的 F_1 杂交组合诱导率也较低。以愈伤组织诱导率高的禾香 1 号为父本, 组合鄂中 5 号/ 禾香 1 号诱导率也比较高, 表明作为亲本之一的愈伤组织诱导率

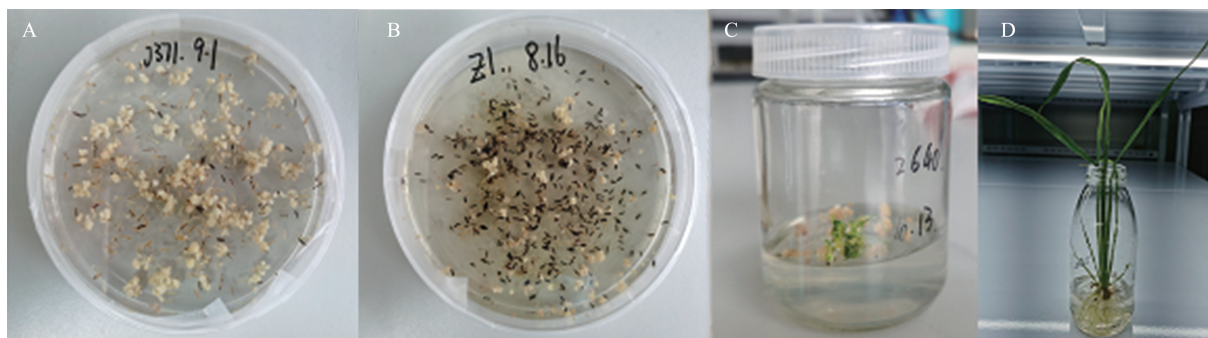
高, F_1 杂交组合愈伤组织诱导率可能也比较高。

2.3 粳粳杂交稻和粳型杂交稻花药培养效果 水稻含粳稻基因的杂交稻愈伤组织诱导率、绿苗分化率、白苗分化率、花药培养力如表 5 所示。不同基因型愈伤组织诱导率存在差异, 香 1 号/ 17J42 的愈伤组织诱导率最高, 可以达到 79.59% (图 1-A), 组合圣稻 18-15// 春江 041/ 武运粳 24 的愈伤组织诱导率最低, 为 7.68%。供试材料的绿苗分化率为 2.05%~27.03%, 组合圣稻 18-15// 春江 041/ 武运粳 24 绿苗分化率最高, 为 27.03%, 其次为甬优 1526 和甬优 2640, 均超过 10%。供试材料花药培养白化现象严重, 除了组合圣稻 18-15// 春江 041/ 武运粳 24 外, 甬优 2640、甬优 1526、香 1 号/ 17J42 和中浙粳 18/ 鄂香 2 号 4 个材料的白苗分化率均高于绿苗分化率。供试材料的花药培养力为 1.40%~3.60%, 甬优 2640 的花药培养力显著高于其他材料, 中浙粳 18/ 鄂香 2 号最低。

总的来看, 甬优 1526 形成的白苗分化率较高, 组合圣稻 18-15// 春江 041/ 武运粳 24 的愈伤组织诱导率较低, 中浙粳 18/ 鄂香 2 号和香 1 号/ 17J42 虽然容易诱导愈伤组织, 但形成的愈伤组织质量很差, 绿苗分化率较低, 以上均不适合作为水稻花药培

表 5 水稻粳型材料花药培养效果比较

材料或组合	接种花药数	愈伤组织数	愈伤组织诱导率(%)	诱导类别	绿苗分化率(%)	白苗分化率(%)	花药培养力(%)
甬优 2640	4588	1425	31.06b	容易	11.58b	15.93c	3.60a
甬优 1526	3035	402	13.25d	容易	13.68b	39.55a	1.81bc
圣稻 18-15// 春江 041/ 武运粳 24	1446	111	7.68e	容易	27.03a	18.02b	2.08b
香 1 号/ 17J42	2945	2344	79.59a	容易	2.05d	3.11e	1.63bc
中浙粳 18/ 鄂香 2 号	1998	486	24.32c	容易	5.76c	11.52d	1.40c



A: 香 1 号/ 17J42 花药培养愈伤组织诱导情况; B: 甬优 2640 花药培养愈伤组织诱导情况;

C: 甬优 2640 愈伤组织分化情况; D: 甬优 2640 绿苗再生情况

图 1 部分水稻粳型材料花药培养愈伤组织诱导和分化情况

养育种的材料。甬优 2640 的愈伤组织诱导率和绿苗分化率均较高,可以作为水稻花药培养育种的材料(图 1-B,C,D)。

相关分析表明,供试材料的愈伤组织诱导率、绿苗分化率、白苗分化率和花药培养力两两之间相关不显著。

3 结论与讨论

本研究对 4 种不同类型的水稻进行花药培养,结果表明花药培养效果在基因型间有显著差异,与前人研究结果大致相同。常规籼稻禾香 1 号和福稻 99 愈伤组织诱导率高,可作为水稻花培育种的优良亲本。以玉晶 91 为亲本配制杂交组合并进行花药培养,结果表明玉晶 91 与某些亲本间具有较好的杂种优势和花药培养配合力,在水稻花培育种中具有一定的潜在利用价值。禾香 1 号愈伤组织诱导率高,组合鄂中 5 号/禾香 1 号也较高,表明作为亲本之一的愈伤组织诱导率高, F_1 杂交组合愈伤组织诱导率可能也比较高。含粳稻血缘的杂交稻中,甬优 1526、圣稻 18-15// 春江 041/ 武运粳 24、中浙粳 18/ 鄂香 2 号和香 1 号/17J42 均不适合作为水稻花药培养育种的材料。甬优 2640 的花药培养愈伤组织诱导率和绿苗分化率均较高,可以在水稻花培育种和 DH 群体创建中加以利用。相关性分析表明,供试材料的愈伤组织诱导率、绿苗分化率、白苗分化率和花药培养力两两之间相关不显著。

水稻材料(即基因型)对水稻花药培养效果的影响最重要。一般认为,花药培养力的大小为糯稻>粳稻>籼粳杂交稻>籼型杂交稻>籼稻,同一类型的不同品种之间差异也较大^[11]。目前花培育种常用的方法是在综合农艺性状优良的水稻品种(系)中,筛选出较高培养力的水稻材料配制优异的杂交组合来进行花药培养。

供试水稻材料在花药培养过程中白化现象严重,大部分材料的再生白苗均比再生绿苗要多。可能受到取材时期、培养基成分和培养条件等因素的影响,在愈伤组织分化阶段通常会产生大量的白化苗。已有不少报道表明,花药的生长状态和培养条件均可以影响白化苗的产生。在诱导培养基中,适当降低锰的含量和无机盐浓度,2,4-D、KT 或者 NAA 的激素配比要适量^[12],既能提高愈伤组织诱导率,同时又能降低白苗分化率。在愈伤组织诱导和

分化阶段,在不影响正常生长的前提下降低温度,减少光照也可以降低白苗分化率^[12]。

开展水稻花药培养育种工作对亲本选配具有很高要求,不仅要求双亲品质优良、产量高、抗病性强、优缺点互补,而且双亲之一要具有较高的愈伤组织诱导率或者花药培养配合力,这是提高水稻花培育种效率的关键。影响水稻花药培养效率最重要的因素是基因型。籼稻花药培养力一般偏低,愈伤组织诱导率只有 0.5%,一般不超过 5%,有些材料甚至不能诱导出愈伤组织^[13]。为了提高籼稻花药培养效率,可以通过筛选基因型,积累花药培养力高的水稻材料,然后与另一个综合性状优良的亲本配制杂交组合进行花药培养来获取较大量的花培后代群体。还可以把花药培养力高的基因通过杂交、回交等手段导入到优良亲本或者杂交材料中,改善花药培养的遗传背景来获取较大量的单倍体植株^[11]。因此,从大面积推广应用的水稻品种或具有育种价值的水稻材料中筛选、评价高花药培养力的水稻基因型作为花药培养育种的材料,对新的种质资源创制、DH 群体构建和进行花培育种具有十分重要的意义。

参考文献

- [1] Konieczny R, Czaplicki A Z, Golczyk H, Przywara L. Two pathways of plant regeneration in wheat anther culture. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 2003, 73: 177-187
- [2] Zhang X L, Wei J J. The affect factor for wheat anther culture. *Agriculture Science Technology*, 2007 (4): 138-139
- [3] 葛胜娟. 水稻花药培养及其在遗传育种上的应用. *种子*, 2013, 32 (8): 45-50
- [4] 吴丹, 胡君, 甘玉姿, 吴俊, 邓启云. 不同诱导培养基和籼粳成分对水稻花药培养效果的影响. *杂交水稻*, 2016, 31 (3): 71-75
- [5] 李三和, 阚雯俊, 周雷, 刘凯, 杨国才, 游艾青. 水稻花药培养过程对培养效果的影响. *湖北农业科学*, 2018, 57 (24): 164-167
- [6] 向发云, 宋志红, 刘凯, 吴金平, 曾祥国, 杨国才, 胡刚, 顾玉成, 游艾青. 花药培养在籼稻恢复系提纯与改良中的应用. *湖北农业科学*, 2007, 46 (1): 15-17
- [7] 黄翠红, 彭圣法, 杨瑰丽, 刘永柱, 郭涛, 王慧. 水稻籼型恢复系花药培养初步研究. *广东农业科学*, 2014 (3): 13-16, 22
- [8] 苗立新, 李鑫, 崔微微, 刘中卓, 孙杰. 北方粳稻花药培养力及配合力分析. *辽宁农业科学*, 2013 (1): 9-12
- [9] 苗立新, 李鑫, 张丽丽, 李珣, 张素红, 谢丽霞. 北方粳稻不同基因型花药培养特性比较. *辽宁农业科学*, 2013 (3): 43-47
- [10] 李三和, 陈志军, 刘凯, 杨国才, 王芳芳, 胡刚, 周雷, 阚雯俊, 游艾青. 籼稻不育系花药培养诱导条件探讨. *湖北农业科学*, 2015, 54 (19): 4868-4870

一个对双穗玉米突变体(*twins*)的鉴定

孙淑凤¹ 贾森^{2,3} 张喜华¹ 史振声¹

(¹ 沈阳特亦佳玉米科技有限公司, 辽宁沈抚示范区 113122; ² 绥化学院农业与水利工程学院, 绥化 152061;

³ 沈阳农业大学, 辽宁沈阳 110866)

摘要:对双穗玉米(*twins*)是沈阳特亦佳玉米科技有限公司选育获得的一个玉米突变体, 编号 18-1S, 该突变体表现为一个叶腋中并列着生两个大小相同的果穗(双胞胎)。以其野生型近等基因系 18-1D 为对照, 对对双穗突变体进行形态特征、产量及产量构成因素等性状鉴定。结果表明: 18-1S 株高、叶片、叶面积、株型等形态指标与 18-1D 没有明显差异, 穗长、穗粗、穗粒数、籽粒产量和叶绿素含量有一定程度降低; 但 18-1S 每株收获 2 个甚至 4 个果穗(上下 2 个叶腋各结 2 个果穗), 因此较对照 18-1D 增产极显著, 达到 36.66%, 繁殖率提高 55.30%, 具有较高的生产应用潜力。

关键词:对双穗玉米; 形态; 产量; 源; 库

玉米的产量由单位土地面积上的穗数、每穗粒数、粒重三因素构成, 其中单位面积穗数是最活跃的因素, 而增加每穗粒数和粒重的难度很大。因此提高单位面积穗数成为全世界玉米育种和栽培专家的研究重点, 比如增加单位面积种植密度来提高穗数, 即选育适合密植、抗倒伏、耐遮荫、抗旱以及抗病性强的玉米品种, 再配套以密植高产栽培技术^[1-6]。然而, 受气候、土壤、肥水、田间管理水平以及农民种植习惯等限制, 增加密度是个渐进的过程且存在瓶颈。

长期以来, 育种家希望选育出一种双穗型玉米品种来大幅度增加单位面积上的穗数, 实现大幅度增产, 同时提高资源利用效率。目前, 对上下节位都能结穗的双穗型玉米品种研究及应用较多^[7-12], 但一个节位成对生长 2 个果穗的对双穗玉米还未见报道。沈阳特亦佳玉米科技有限公司在选育超甜玉米自交系过程中发现一个对双穗突变, 通过连续多代

的自交分离和纯合, 获得一个对双穗玉米突变体系 18-1S, 和相同遗传背景单穗近等基因系 18-1D。该突变体表现为同一个叶腋中并列着生两个大小相同的果穗, 类似双胞胎, 因此称其为 *twins*。本研究以单穗玉米近等基因系 18-1D 为对照材料, 开展对双穗玉米产量及性状鉴定, 研究 *twins* 的潜在应用价值, 探索利用 *twins* 突变体提高单位面积穗数、挖掘玉米增产潜力的新途径。

1 材料与方法

1.1 试验材料 试验材料为对双穗玉米突变体 18-1S 及其单穗近等基因系 18-1D, 均为超甜型甜玉米自交系(*sh2sh2*), 二者的遗传背景相同。18-1D 为正常结穗的野生型玉米, 即一个叶腋内着生 1 个果穗; 18-1S 为对双穗型玉米, 在一个叶腋处着生一对果穗。试验材料由沈阳特亦佳玉米科技有限公司选育并提供。

1.2 试验设计 试验采用大田试验方法进行, 试验地点在沈阳特亦佳玉米科技有限公司试验田。试验采用随机区组排列, 3 次重复。12 行区, 行距 0.6m, 行长 10m, 小区面积 72m², 3 次重复, 种植密度为 67500 株/hm², 田间管理同当地生产田。

基金项目:辽宁省自然科学基金(2020-MS-331); 绥化学院科研创新团队项目(SYT05002); 黑龙江省 2020 年度普通高等学校青年创新人才培养计划项目

通信作者:史振声

[11] 沈锦骅, 李梅芳, 陈银全, 章振华. 花药培养在水稻品种改良上的应用. 中国农业科学, 1982(2): 15-19

[12] 贺梅, 宋冬明, 张丽萍, 黄少锋. 水稻花药培养中常见问题及防治措施. 北方水稻, 2010, 40(5): 50-51

[13] 向发云, 宋志红, 曾祥国, 吴金平, 刘凯, 王新刚, 吴润玲, 冯小明, 游艾青, 顾玉成. 外源脯氨酸及水分胁迫对水稻花药培养效率的影响. 湖北农业科学, 2007, 46(6): 861-863

(收稿日期: 2022-06-08)