

化学杂交剂 SQ-1 诱导小麦雄性不育及与不同小麦品种互作效应的研究*

刘宏伟, 张改生, 王军卫, 王小利, 方振武

(西北农林科技大学 陕西省作物杂种优势研究与利用重点实验室, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 以 18 个小麦品种和不同剂量化学杂交剂 SQ-1 为处理, 研究了 SQ-1 的杀雄效果及不同基因型小麦对 SQ-1 反应的遗传差异。结果表明, 在适宜的 SQ-1 喷施剂量与时期下, 供试品种均能被诱导产生大于 95% 的雄性不育率。对参试品种而言, 适宜时期为 Feekes 8 0- Feekes 8 5, 适宜剂量为 3 0~ 5 0 kg/hm², 以 5 0 kg/hm² 效果最好。SQ-1 与不同基因型小麦品种不存在明显的互作效应。

[关键词] 杂交小麦; 化学杂交剂; 雄性不育; 品种基因型

[中图分类号] S512.103.51

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)04-0015-04

利用化学杂交剂 (Chemical hybridizing agent 缩写为 CHA) 诱导小麦生理性雄性不育, 从而配制杂交种, 是小麦杂种优势利用的重要途径之一^[1~3]。由于用化学杂交剂具有选配亲本自由、制种程序简便等优点, 一直倍受各国育种家关注, 许多国家都在致力于化学杂交剂的研究与开发。自 20 世纪 50 年代初 Moore 首先在玉米上应用马来酰肼 (MH) 以后, 近 50 年来世界各国的科学工作者又陆续研制和筛选了大量的化学杂交剂, 到目前为止, 应用于诱导小麦雄性不育的化学杂交剂有乙烯利、DPX3778、LY195259、WL84811、RH0007、SC2053 和 GENESIS, 尤其以 SC2053 和 GENESIS 应用较为广泛^[4~9]。我国自开展小麦杂种优势利用研究以来, 在化学杂交剂合成和筛选方面亦作了不少工作, 先后合成了 BAU 1、BAU 2 和 XN8611, 但由于还存在一定的缺陷而未广泛应用^[10~12]。SQ-1 是我国新合成的一种化合物, 初步研究表明 SQ-1 具有诱导小麦产生雄性不育的作用。本研究对 SQ-1 在不同时期与不同剂量下诱导小麦雄性不育的效应进行了研究, 以期对 SQ-1 的生产应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 化学杂交剂来源

SQ-1 由江苏农化有限公司提供。

1.2 试验设计

1.2.1 药效试验 于 2001~2002 年度在西北农林科技大学试验农场进行。三因素裂区设计, 3 次重复, 以 186 为父本, 父母本行比为 3:6, 小区面积为 3.6 m² (3 m × 1.2 m), 行距 0.2 m。以 SQ-1 使用 2 个时期 (S₁: Feekes 8 0, S₂: Feekes 8 5) 为主区, 2 个剂量 (D₁: 3.0 kg/hm², D₂: 5.0 kg/hm²) 为副区, 2 个品种 (2611, 1376) 为亚副区。用美国产 SOLO 背负式手动喷雾器喷雾, 喷药量均为 300 L/hm²。以喷水为空白对照, 以 GENESIS 为化学杂交剂对照。

1.2.2 母本评价试验 于 2002 年在西北农林科技大学西农校区试验地进行。随机区组设计, 2 次重复, 以 186 为父本, 父母本行比为 3:6, 小区面积为 3.6 m² (3 m × 1.2 m), 行距 0.2 m。参试的 16 个母本品种 (系) 分别为 89 (25), 332D, 秦麦 11, 22-1-1-1-1, 绵阳 26, YM 21, 农大 3338, 农大 3159, 0004RD, 99F1088, 特矮 31, 99F1128, 99F9067, 91128, W 768D 和 99F1001。在各参试基因型品种 (系) 生育期达到 Feekes 8 5 时, 用美国产 SOLO 背负式手动喷雾器喷雾, SQ-1 喷施剂量分别为 3.0 和 5.0 kg/hm², 喷药量均为 300 L/hm²。以喷水为空白对照, 以 GENESIS 为化学杂交剂对照。

1.3 方法

1.3.1 处理时期 SQ-1 处理 Feekes 8 0 (S₁),

* [收稿日期] 2002-09-20

[基金项目] 国家自然科学基金项目 (39970454); 国家杨凌农业生物技术育种中心项目 (1999B9); 陕西省“十五”攻关项目 (K01-G02-01)

[作者简介] 刘宏伟 (1967-), 男, 陕西扶风人, 副教授, 博士, 主要从事小麦杂种优势利用研究。

Feekes 8 5(S₂) 两个时期相应的形态指标见表 1。

表 1 药剂处理时期和指标

Table 1 Spraying date and spike developmental stages in experiment

处理日期 Date	处理时期 Stage	2611		1376	
		穗长/cm Length of spike	穗分化期 Spike develop- mental stage	穗长/cm Length of spike	穗分化期 Spike develop- mental stage
03-27	S ₁	2 0	药隔期 Fomation of primordium of pistil and stamen	2 2	药隔期 Fomation of primordium of pistil and stamen
04-02	S ₂	3 1	药隔期 Fomation of primordium of pistil and stamen	3 2	药隔期 Fomation of primordium of pistil and stamen

1 3 2 计算方法 在喷药小区内,于抽穗后开花前每小区套袋 15~ 20 穗,以考察相对雄性不育率,并在剂量为 5 0 kg/hm² 区选 10 穗,开花后进行人工饱和授粉,考察人工饱和授粉结实率。乳熟期田间调查自交穗和人工授粉穗的结实粒数,计算其相对雄性不育率和人工饱和授粉结实率。

相对雄性不育率/% = (K - B) / K × 100,

人工饱和授粉结实率/% = (W - B) / K × 100。

式中, K 为对照套袋平均穗粒数; W 为饱和授粉袋平均穗粒数; B 为处理套袋平均穗粒数。

2 结果与分析

2 1 药效试验结果

不育率的高低是反映化学杂交剂诱导雄性不育效果好坏的指标,从杂种小麦生产要求来分析,当化学杂交剂诱导小麦产生不小于 95% 的雄性不育时,

则认为该化学杂交剂诱导小麦雄性不育彻底。

从表 2 可以看出, SQ-1 适宜的喷施时期和剂量组合都能诱导参试品种产生 95% 以上的相对雄性不育率。对品种 2611 和 1376,在 Feekes 8 0 分别用 3 0, 5 0 kg/hm² 剂量的 SQ-1, 均可诱导产生 96% 以上的相对雄性不育率; 在 Feekes 8 5, 分别用 3 0 和 5 0 kg/hm² 剂量的 SQ-1, 可诱导产生 99. 0% 以上相对不育率。在相同时期与相同剂量下, 诱导雄性不育效果与对照化学杂交剂 GENESIS 相同, 两种化学杂交剂之间无显著差异。

对供试的两个品种分析,在不同时期与剂量处理下,其诱导相对雄性不育率均超过 95%, 达到制种生产所要求的雄性不育率大于 95% 的标准, 但剂量与时期之间是否存在互作效应还需要进一步分析。

表 2 SQ-1 诱导雄性不育的效果及人工饱和授粉结实率

Table 2 Male sterility from SQ-1 and artificial pollinated seed set in experiment

化学杂交剂 Chemical hybridizing agent	时期 Stage	剂量/ (kg · hm ⁻²) Dosage	品种 Cultivars	相对雄性 不育率/% Male steri- lity rate	人工饱和授粉 结实率/% Artificial pollinated seed set
SQ-1	Feekes 8 0	3 0	2611	96. 0	-
			1376	98. 2	-
	Feekes 8 5	3 0	2611	99. 7	-
			1376	100. 0	-
		5 0	2611	100. 0	92. 5
			1376	100. 0	95. 3
GENESIS	Feekes 8 5	5 0	2611	99. 9	95. 0
			1376	100. 0	90. 7

表 3 对 SQ-1 不同处理诱导小麦雄性不育率进行了方差分析, 结果表明: SQ-1 不同剂量、时期处理, 其相对雄性不育率存在显著差异, 而且有明显的时期 × 剂量互作效应。对供试品种 2611 和 1376 而言, 在 Feekes 8 0 时期, 3 0 kg/hm² 剂量的 SQ-1

诱导相对雄性不育率分别为 96% 和 98. 2%, 在 Feekes 8 5 时期, 用相同的剂量诱导其相对雄性不育率分别达到 99. 7% 和 100%。这表明 SQ-1 适宜的喷施期在 Feekes 8 5。相同时期, 不同剂量比较, 5 0 kg/hm² SQ-1 诱导相对雄性不育率高于

3 0 kg/hm²的剂量诱导。

表 3 SQ-1 不同处理诱导小麦雄性不育率的方差分析

Table 3 Variance analysis of male sterility induced by SQ-1

变异来源 Source of variance	自由度 Degree of freedom	平方和 Sum of square	均方 Mean square	F 值 F value
区组 Block	2	1.35	1.35	1.03
时期 Stage	1	102.40	102.40	155.90**
剂量 Dosage	1	184.20	184.20	280.42**
时期×剂量 S×D	1	42.54	42.54	64.77**
剩余 Residue	6	3.94	0.66	

2.2 母本评价试验结果

一个优秀的化学杂交剂不仅要求诱导雄性不育彻底,而且要求与不同基因型品种之间互作用小。SQ-1 与不同基因型品种之间是否存在互作效应,对此进行研究是 SQ-1 能否广谱性应用于生产的关

键。因此,本研究用 16 个不同基因型小麦品种,在 Feekes 8.5 时期用剂量 3.0 和 5.0 kg/hm² 对母本进行诱导雄性不育效果评价(表 4)。从表 4 可以看出, SQ-1 对所有的参试品种(系)的相对雄性不育率都大于 95%。

表 4 母本评价试验结果

Table 4 Female parents test

品 种 Cultivars	相对雄性不育率/% Male sterility rate		品 种 Cultivars	相对雄性不育率/% Male sterility rate	
	3.0 kg/hm ²	5.0 kg/hm ²		3.0 kg/hm ²	5.0 kg/hm ²
89(25)	99.2	100.0	0004RD	100.0	100.0
332D	100.0	100.0	99F1088	96.5	97.2
秦麦 11 Qimai 11	97.7	98.2	特矮 31 Teai 31	100.0	100.0
2-1-1-1-1	98.3	99.1	99F1128	99.2	99.4
绵阳 26Mianyang 26	97.4	98.1	99F9067	100.0	100.0
YM 21	95.5	96.1	91128	100.0	100.0
农大 3338 Nongda 3338	99.1	99.5	W 768D	96.3	96.8
农大 3159 Nongda 3159	99.60	100.0	99F1001	99.80	100.0

SQ-1 对 16 个参试品种的杀雄效果之间无显著差异。在 3.0 kg/hm² 剂量下,所有参试品种的不育率都达到 95% 以上,变异幅度为 96.3%~100%;在 5.0 kg/hm² 剂量下,所有参试品种的不育率均随剂量的增加而提高,变异幅度为 96.8%~100%。其中 332D, 0004RD, 特矮 31, 99F9067 和 91128 等 5 个参试品种,在 3.0 和 5.0 kg/hm² 剂量下,诱导相对雄性不育率均达到 100%。其余参试品种的相对雄性不育率也均达到 96% 以上,达到了化学杂交剂所要求的相对雄性不育率大于 95% 的指标。表明 SQ-1 与小麦不同基因型品种之间无明显互作效应,化学杂交剂 SQ-1 诱导小麦雄性不育具有广谱性,在适宜的剂量下都能诱导产生接近于完全的雄性不育率。

2.3 SQ-1 对雌蕊育性的影响

对一个理想的化学杂交剂而言,在保证诱导高的相对雄性不育率的基础上,人工授粉饱和结实率越高越好,反之,化学杂交剂对雌蕊的发育就会产生影响。从表 2 的统计结果可以看出,在参试的两个品种中,杀雄效果大于 95%,人工饱和授粉结实率均

大于 92%。其中,1376 的人工饱和授粉结实率达到 98.2%。因此, SQ-1 对小麦雌蕊柱头没有影响。

2.4 SQ-1 对小麦其他性状的影响

评价一个化学杂交剂的优劣,除了其诱导雄性不育的效应外,还应研究其对小麦其他性状造成的副作用。通过田间调查表明,喷施 SQ-1 后,对小麦生长发育无明显影响,处理区小麦株高、抽穗及开花习性与对照相比无明显差异,证明 SQ-1 对小麦其他农艺性状无影响。

3 讨 论

在化学杂种优势利用研究中,最关键的问题是要筛选出一种高效、低毒和低成本的化学杂交剂并研究出相应的使用技术。SQ-1 是我国新合成的一种化学杂交剂,有关其诱导雄性不育方面的研究为首次报道。从本试验结果可以看出,以相对雄性不育率、人工饱和授粉结实率等指标评价, SQ-1 适宜的喷施时期为 Feekes 8.0- Feekes 9.0。虽然不同时期处理对诱导小麦雄性不育率有一定的影响,但在适宜的喷施时期范围内,喷施合适的剂量其诱导雄

性不育率均超过 95%, 达到杂种小麦生产制种要求。因此对喷施时期的选择, 在 Feekes 8 0- Feekes 9 0 内, 依据当时天气情况, 可灵活选择。这一点也表明了化学杂交剂 SQ-1 喷施的有效时期长, 活性窗口宽, 与化学杂交剂 GENESIS 喷施的有效时期相同^[5, 6, 8, 9], 优于其他化学杂交剂如乙烯利, DPX3778, LY195259, WL 84811, RH0007, SC2053, BAU 1, BAU 2 和 BAU 9403 等^[2, 3]。对多数品种而言, 用 5 0 kg/hm² 剂量诱导的雄性不育率高于用 3 0 kg/hm² 的剂量, 但在本试验所供试品种中, 两个剂量所诱导的雄性不育率均超过 95%。因此, 为了降低杂种小麦制种成本, 选用 3 0 kg/hm² 即可达到制种要求, 对少数品种需要继续探索适宜的剂量范围。当然, 对一个具体的化学杂交组合来讲, 在进

行生产制种以前, 对其母本进行适宜时期 剂量试验是必不可少的。

采用 CHA 育种的关键问题是拥有性能优异的 CHA 品种, SQ-1 适用于多种基因型的小麦品种(系), 在适宜时期 剂量下, 可诱导小麦产生大于 95% 雄性不育率, 且对小麦植株安全, 无其他不良影响, 可用于大规模的育种计划中。

尽管采用 CHA 技术要培育出适用于不同自然条件的多个小麦良种, 还需要育种专家们克服许多技术问题。但笔者认为, 在拥有多种种质材料及育种经验的小麦育种学家的努力下, 以性能优良的化学杂交剂 SQ-1 作为技术工具, 选育高产优质的小麦杂交品种具有广阔的前景。

[参考文献]

- [1] 黄铁城 杂种小麦研究进展[M]. 北京: 农业出版社, 1993
- [2] 刘宏伟, 张改生, 王军卫, 等. CHA 杂种小麦研究进展[J]. 陕西农业科学, 1998, (6): 3- 5
- [3] Pickett A A. Hybrid wheat results and problems Advances in Plant Breeding[M]. Supplements to Journal of Plant Breeding, 1993
- [4] 吕德彬, 阎滋福, 程西永, 等. 不同基因型小麦雄性不育的化学诱导研究[J]. 河南农业大学学报, 2000, 34(1): 1- 3
- [5] 高庆荣, 于金凤, 刘宝申. 化学杂交剂对小麦的杀雄效果[J]. 山东农业大学学报, 2000, 32(1): 17- 22
- [6] 刘宏伟, 张改生, 王军卫, 等. 新型化学杂交剂 GENESIS 诱导小麦雄性不育的初步研究[J]. 西北植物学报, 1998, 18(2): 218- 222
- [7] Baker T K, Mack J J, Metz S G, et al. Chemical control of pollination for hybrid wheat production[J]. Crop Science, 1995, 35: 55- 5
- [8] Dennis J D. Hybrid wheat seed production using GENESIS hybridizing agent[A]. The Proceeding of 1st International Workshop on Hybrid Wheat[C]. Beijing: China Agricultural University Press, 1998 23- 27
- [9] Belgin Cukadar. Hybrid wheat research at CMM YT using GENESIS hybridizing agent[A]. The Proceeding of 1st International Workshop on Hybrid Wheat[C]. Beijing: China Agricultural University Press, 1998 31- 36
- [10] 刘宏伟, 张改生, 王军卫, 等. 吡嗪类化合物 9403 诱导小麦雄性不育的初步研究[J]. 西北植物学报, 1999, 19(6): 49- 53
- [11] 蒋明亮, 王道全, 张爱民, 等. 新吡嗪类化合物 9403 对小麦去雄效应的初步研究[J]. 中国农业大学学报, 1998, 3(5): 30- 44
- [12] 袁虎林, 刘宏伟, 张改生, 等. 化学杂交剂 BAU 9403 诱导小麦雄性不育及与不同小麦品种互作效应的研究[J]. 西北农业学报, 2002, 11(3): 13- 16

Effect of male sterility on different wheat genotype induced by SQ-1

LIU Hong-wei, ZHANG Gai-sheng, WANG Jun-wei, WANG Xiao-li, FANG Zhen-wu

(Key Laboratory of Crop Heterosis, Shaanxi Province, Northwest Sci-Tech University of Agricultural and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: This paper reported the effect of different rate of SQ-1 and reaction of different wheat genotype to SQ-1. The result showed that under the suitable rate and in the proper stage SQ-1 could induce male sterility rate above 95%. For all cultivars in experiment, the proper stage was the formation of anther chamber, the suitable rate was 3 0- 5 0 kg/hm², but the rate of male sterility at dosage of 5 0 kg/hm² was the higher than that at dosage of 3 0 kg/hm². No interaction was found between SQ-1 and different wheat genotypes. SQ-1 is the best CHA for hybrid wheat seed production.

Key words: hybrid wheat; CHA; male sterility; genotype