

戊唑醇与羟菌唑对小麦赤霉病的防治效果 及对小麦产量的影响^{*}

韩青梅^a, 康振生^{a, b}, 段双科^b

(西北农林科技大学 a 生物技术中心; b 植物保护学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 通过室内和田间药效试验, 研究了新型三唑类杀菌剂戊唑醇与羟菌唑对小麦赤霉病的防治效果。温室盆栽试验结果表明: 25% 的戊唑醇 (3 15 mL/L)、6% 的羟菌唑 (3 75 mL/L) 可有效控制赤霉病菌在小麦穗部小穗之间的扩展, 防效高于多菌灵常规用量。田间药效测定结果表明: 与对照相比, 接种前 2 d 喷药与接种后 2 d 喷药, 2001 年, 戊唑醇可使小麦赤霉病病情指数分别减少 80.32% 和 70.64%, 产量增加 12.95% 与 8.74%; 羟菌唑可使小麦赤霉病病情指数减少 80.5% 和 68.0%, 产量增加 11.41% 和 11.45%; 2002 年, 在小麦赤霉病严重发生的情况下, 戊唑醇能使小麦赤霉病病情指数减少 76.47% 和 78.67%, 羟菌唑能使小麦赤霉病病情指数减少 82.06% 和 81.89%, 产量增加极显著。说明这 2 种药剂可以作为防治小麦赤霉病的替代品种。

[关键词] 小麦赤霉病; 戊唑醇; 羟菌唑; 小麦产量; 化学防治

[中图分类号] S435.121.4⁺5

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)07-0040-05

小麦赤霉病是小麦生产中的重要病害之一, 种植抗病品种是防治小麦赤霉病最经济有效的方法, 但由于小麦对赤霉病的抗性属水平抗性, 受环境影响比较大, 目前生产上推广的小麦品种都难以抵抗病菌的侵染危害。农业措施在一定程度上可以缓解病害的发生, 但是由于近年来种植制度的变化、灌溉面积的加大及氮肥施用量的增加, 使赤霉病的发生面积不断扩大。因此, 防治赤霉病最有效的方法还是化学防治。我国目前防治赤霉病的药剂主要以多菌灵及其复配剂为主, 由于药剂品种单一, 使用时间较长, 国内已有赤霉病菌对多菌灵产生了抗药性的报道^[1]。所以, 筛选新型杀菌剂用于小麦赤霉病的综合防治已迫在眉睫。国外最近的一些研究表明^[2~7], 三唑类杀菌剂戊唑醇与羟菌唑对小麦赤霉病具有很好的预防和治疗作用, 但国内目前还未见这方面的报道。为此, 本研究通过室内和田间试验, 探讨了戊唑醇与羟菌唑对小麦赤霉病扩展的影响, 同时比较了处理与未处理小麦的千粒重和产量, 以评价戊唑醇与羟菌唑对小麦赤霉病的防治效果。

1 材料与方法

1.1 材料

供试药剂 25% 戊唑醇 (Tebuconazole) 乳油, 化

学名称 (RS)-1-(4-氯苯基)-4, 4-二甲基-3-(1-氢-1-1, 2, 4-三唑-1-甲基)-3-醇, 由德国拜耳公司生产; 6% 羟菌唑 (Metconazole) 水剂, 化学名称 (1RS, 5RS: 1RS, 5SR)-5-(4-氯苯基)-2, 2-二甲基-1-(1-氢-1, 2, 4-三唑-1-甲基) 环戊醇, 由 Cyanamid Agrar 公司生产, 均为三唑类化合物。对照药剂为 40% 多菌灵超微可湿性粉剂, 上海吴淞化工厂产品。供试小麦品种为小偃 22 号, 供试菌种为禾谷镰刀菌 (*Fusarium graminearum* Sch.) 强致病菌株, 均由西北农林科技大学植物病理研究所提供。

1.2 室内盆栽试验

试验在西北农林科技大学植物保护学院植物免疫研究室温室中进行。戊唑醇设 3 15, 2 15 和 1 15 $\mu\text{L}/\text{mL}$ 3 个水平; 羟菌唑设 3 75, 2 75 和 1 75 $\mu\text{L}/\text{mL}$ 3 个水平, 加上对照药剂多菌灵和不喷药对照, 共 8 个处理, 每处理 3 盆, 每盆约 10 株, 于小麦扬花期施药。保护作用试验于接种前 2 d 施药, 治疗作用试验于接种后 2 d 施药, 单小花接种, 接种后保湿 24 h, 于接种后 30 d 调查病小穗率, 并计算防治效果^[8]。

1.3 田间药效试验

试验于 2000~2002 年在陕西扶风县揉谷村进

* [收稿日期] 2004-10-21

[基金项目] 国家“十五”科技攻关项目 (2001BA 509B 03); 国家杰出青年基金项目 (30125031)

[作者简介] 韩青梅 (1968-), 女, 陕西横山人, 助理研究员, 博士, 主要从事植物病害防治研究。E-mail: hanqm9@163.com

行, 该试验点属小麦赤霉病常发区。试验药剂用量羟菌唑为 1.5 L/hm², 戊唑醇为 1.25 L/hm², 多菌灵为 0.75 kg/hm², 以喷清水为对照, 共设 4 个处理, 每处理重复 3 次, 小区面积为 6 m², 随机区组排列。小麦扬花期喷孢子悬浮液(浓度为 5 × 10⁵/mL)接种, 保护作用试验于接种前 2 d 喷药, 治疗作用试验于接种后 2 d 喷药, 分别于接种后 17, 24, 30 d(2001 年)和 19, 26, 33 d(2002 年)调查病害的发展情况, 其方法是每小区随机取 5 个点, 每点 50 穗, 共 250 穗, 按 0~4 级病情逐穗记载, 计算病穗率、病情指数及相对防效^[8]。小麦收获时单收、单脱和考种, 并进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 戊唑醇与羟菌唑对小麦赤霉病的室内药效

表 1 结果表明, 戊唑醇与羟菌唑对小麦赤霉病

扩展的控制作用与其处理浓度有关, 不管是接种前 2 d 施用还是接种后 2 d 施用, 同一种药剂随处理浓度的增加, 发病小穗逐渐减少, 而防治效果逐渐增强。接种前 2 d 施药, 经不同浓度羟菌唑处理的病小穗率为 12.43%~6.06%, 防效为 70.17%~85.46%; 不同浓度戊唑醇处理的病小穗率为 22.11%~8.33%, 防效为 46.94%~80%; 羟菌唑的防治效果优于常规用量的多菌灵, 而戊唑醇浓度低于 2.15 μL/mL 时, 其防治效果则低于常规用量的多菌灵。接种后 2 d 施药, 不同浓度羟菌唑处理的病小穗率为 20.64%~4.82%, 防效为 66.07%~92.08%; 不同浓度戊唑醇处理的病小穗率为 27.88%~14.83%, 防效为 54.17%~75.62%; 羟菌唑防治效果仍优于常规用量多菌灵, 而戊唑醇浓度低于 1.15 μL/mL 时, 其防治效果低于常规用量的多菌灵。

表 1 不同浓度药剂处理盆栽小麦 30 d 后的病小穗率及其防效

Table 1 Percentage of the disease spikes 30 days after the treatment of different fungicides at different concentration and the control effect

处理 Treatment	浓度/(μL · mL ⁻¹) Concentration	病小穗率/% Percentage of the diseased spikelets		防治效果/% Control efficacy	
		接种前 2 d 施药 2 days preinfection	接种后 2 d 施药 2 days postinfection	接种前 2 d 施药 2 days preinfection	接种后 2 d 施药 2 days postinfection
羟菌唑 Metconazole	3.75	6.06 F	4.82 G	85.46 A	92.08 A
	2.75	6.52 F	4.88 G	84.35 A	91.98 A
	1.75	12.43 D	20.64 D	70.17 C	66.07 C
戊唑醇 Tebuconazole	3.15	8.33 E	14.83 F	80.00 B	75.62 B
	2.15	20.93 B	18.72 E	49.77 E	69.23 C
	1.15	22.11 B	27.88 B	46.94 F	54.17 D
多菌灵 Carbendazim	500 μg/mL	15.84 C	20.92 C	61.99 D	65.61 C
不喷药 CK		41.67 A	60.84 A		

注: 同列数据后标不同字母者表示差异显著(P < 0.05)。下表同。
Note: The data with different letter in a column indicate significant difference each other (P < 0.05). The same as follow.

2.2 戊唑醇与羟菌唑对小麦赤霉病的田间药效

2.2.1 杀菌剂对小麦赤霉病病情发展的影响 在田间人工接种条件下, 杀菌剂戊唑醇与羟菌唑在接种前 2 d(保护作用试验)与接种后 2 d(治疗作用试验)施用, 对小麦赤霉病病情发展的影响见表 2。

由表 2 可以看出, 2001 年, 在保护作用试验中, 对照组于接种后 17, 24 和 30 d 调查的病情指数分别为 3.45, 20.12 和 43.80, 明显高于各药剂处理组。戊唑醇与羟菌唑则具有很好的保护作用, 接种后 30 d 调查, 病情指数分别为 8.63 和 8.53, 而对照药剂多菌灵的病情指数为 27.07。在治疗作用试验中, 清水对照于接种后 17, 24 和 30 d 调查的病情指数

分别为 3.74, 16.20 和 51.87, 与保护作用试验结果相比差异不大; 但戊唑醇与羟菌唑处理在接种后 30 d 调查的病情指数较前 2 次有明显升高, 分别为 15.23 和 16.60, 说明 2 种药剂的保护作用好于治疗作用。

2002 年, 接种后 14 d 清水对照组就产生了明显的发病症状, 而各药剂处理组症状不明显。接种后 19 d 时调查, 未喷药的清水对照组在保护作用试验中的病情指数为 43.47, 在治疗作用试验中的病情指数为 25.20; 戊唑醇与羟菌唑处理组在保护作用和治疗作用试验中的病情指数分别为 3.23, 2.07 和 3.37, 4.00, 均略低于多菌灵的 7.17 和 9.17; 接种

后 33 d 时调查,不论是在保护作用还是治疗作用试验中,对照全部发病,病情指数高达 90 以上,而戊唑醇与羟菌唑处理的病情指数只有 20 左右,进一步说明 2 种药剂对小麦赤霉病有良好的保护和治疗作用。

表 2 戊唑醇与羟菌唑在接种前 2 d 与接种后 2 d 施用对小麦赤霉病病情发展的影响

Table 2 Effect of preinfection and postinfection fungicide treatments with tebuconazole and metconazole on development of disease severity of *Fusarium* head blight in the wheat

处理 Treatm ^{ent}	2001 年 Year 2001		2002 年 Year 2002			
	调查时间 Time of investigation	病情指数 Disease index		调查时间 Time of investigation	病情指数 Disease index	
		接种前 2 d 施药 2 days preinfe- ction	接种后 2 d 施药 2 days postin- fection		接种前 2 d 施药 2 days preinfe- ction	接种后 2 d 施药 2 days postin- fection
羟菌唑 Metconazole	接种后 17 d 17 days after inoculation	1.55 GF	0.63 E	接种后 19 d 19 days after inoculation	2.07 G	4.00 G
	接种后 24 d 24 days after inoculation	6.57 DEF	3.65 ED	接种后 26 d 26 days after inoculation	11.27 EF	12.87 FE
	接种后 30 d 30 days after inoculation	8.53 DE	16.60 C	接种后 33 d 33 days after inoculation	16.37 ED	16.34 DE
戊唑醇 Tebuconazole	接种后 17 d 17 days after inoculation	0.80 G	1.13 E	接种后 19 d 19 days after inoculation	3.23 G	3.37 G
	接种后 24 d 24 days after inoculation	3.38 DGEF	3.53 ED	接种后 26 d 26 days after inoculation	19.80 D	12.80 FE
	接种后 30 d 30 days after inoculation	8.63 DE	15.23 C	接种后 33 d 33 days after inoculation	21.48 D	19.25 DC
多菌灵 Carbendazim	接种后 17 d 17 days after inoculation	2.30 GEF	2.53 E	接种后 19 d 19 days after inoculation	7.17 GF	9.17 FG
	接种后 24 d 24 days after inoculation	11.05 DC	6.20 D	接种后 26 d 26 days after inoculation	19.57 D	16.33 DE
	接种后 30 d 30 days after inoculation	27.07 B	26.60 B	接种后 33 d 33 days after inoculation	23.57 D	20.33 DC
清水对照 CK	接种后 17 d 17 days after inoculation	3.45 DGEF	3.74 ED	接种后 19 d 19 days after inoculation	43.47 C	25.20 C
	接种后 24 d 24 days after inoculation	20.12 C	16.20 C	接种后 26 d 26 days after inoculation	79.57 B	57.67 B
	接种后 30 d 30 days after inoculation	43.80 A	51.87 A	接种后 33 d 33 days after inoculation	91.27 A	90.23 A

2.2.2 杀菌剂对小麦产量和千粒重的影响 由表 3 可知,与对照相比,所有杀菌剂处理均能使小麦产量显著增加,但不同年份增加明显不同。

2001 年,戊唑醇和羟菌唑在接种前 2 d 施用,分别可使小麦增产 12.95% 和 11.41%,略高于多菌灵(6.75%);在接种后 2 d 施用,戊唑醇可使小麦增产 8.74%,羟菌唑可使小麦增产 11.45%,羟菌唑的增产幅度略高于多菌灵(10.29%),而戊唑醇则略低于多菌灵。千粒重的增加也有相似的趋势,与对照相比,戊唑醇与羟菌唑在接种前 2 d 施用,千粒重增加 17.72% 和 22.63%,增长幅度略高于多菌灵(10.25%);在接种后 2 d 施用,能使千粒重增加 9.73% 和 14.60%,与多菌灵的增加量 11.08% 相

当。说明戊唑醇与羟菌唑对小麦赤霉病的防病增产效果主要是使千粒重增加,从而增加小麦产量。

2002 年,不管接种前 2 d 施药还是接种后 2 d 施药,都能使小麦产量显著增加,同时与对照药剂多菌灵相比也有显著提高。这主要是由于 2002 年田间条锈病发生严重,对照与多菌灵处理的小区条锈病发生率达 100%,严重度为 40%~60%,对小麦产量有一定影响。而戊唑醇与羟菌唑处理的小区不仅大大减轻了赤霉病的发生,而且控制了条锈病的发生,从而使小麦产量与对照相比有大幅度增加,千粒重的增加趋势与产量相同。产量与赤霉病病情之间呈显著的负相关,相关系数为-0.921 5;产量与千粒重之间呈显著的正相关,相关系数为 0.937 3。

表 3 药剂处理对小麦千粒重和产量的影响

Table 3 Effect of treatment with fungicide on thousand grain weight (TGW) and grain yield of wheat						
年度 Year	药剂 Fungicide	用量/(g · hm ⁻²) Dosage	接种前 2 d 施药 2 days preinoculation		接种后 2 d 施药 2 days postinoculation	
			千粒重/g TGW	产量/(kg · hm ⁻²) Yield	千粒重/g TGW	产量/(kg · hm ⁻²) Yield
2001	羟菌唑 metconazole	90 0	39.72 A	4 726.05 A	29.98 A	4 337.70 A
	戊唑醇 tebuconazole	312.5	38.13 BA	4 791.45 A	28.98 A	4 232.10 A
	多菌灵 carbendazim	300 0	35.71 BA	4 528.35 A	29.06 A	4 292.25 A
	对照 CK		32.39 B	4 242.15 A	26.16 A	3 891.90 A
2002	羟菌唑 metconazole	90 0	27.59 BA	6 243.15 A	27.28 A	6 000.75 A
	戊唑醇 tebuconazole	312.5	27.80 A	5 383.65 B	28.72 A	5 715.00 BA
	多菌灵 carbendazim	300 0	25.10 B	4 425.75 C	26.50 BA	3 865.35 BC
	对照 CK		19.13 C	942.30 D	23.11 B	2 140.95 C

3 讨 论

从 2001 和 2002 年的试验结果可以看出, 戊唑醇与羟菌唑对小麦赤霉病不仅具有较好的预防作用, 而且具有较好的治疗作用, 其防治效果明显优于目前小麦赤霉病防治中广泛使用的多菌灵, 因而可用于大面积推广使用。小麦赤霉病的发生不仅受接种量大小的影响, 同时与小麦扬花期的雨量有很大的关系, 在接种量相同的情况下, 2001 年小麦扬花期未下雨, 田间湿度较小, 所以与 2002 年相比发病较轻, 虽然最后一次调查病情指数提高很多, 但对产量影响不大。2002 年于小麦扬花初期接种, 且整个花期阴天较多, 赤霉病发病就很严重。

小麦赤霉病的发生造成小麦产量的损失主要是由于引起千粒重和穗粒数的减少。小麦赤霉病菌侵染小穗并在穗组织中扩展时, 产量形成所必需的生理过程受到破坏, 在受侵染的穗组织中, 赤霉病菌的定殖阻碍了营养的运输和扩展, 使籽粒的形成减少。同时, Snijders 等^[9]研究认为, 赤霉菌毒素能够抑制蛋白的合成, 并且籽粒的形成受到毒素积累的影响。在田间试验中, 杀菌剂能够减轻病害发生, 使小麦产量损失减少。在小麦赤霉病的防治中, 防治时期很重要, Mauller-Machnik 等^[10]研究认为, 在接种前 3 d 与接种后 3 d 用药, 戊唑醇可使小麦赤霉病病

情指数减少 60%, 产量增加 34% 和 35%; Mielke 等^[11]研究认为, 接种后 2 d 施用有效成分为戊唑醇 (Tebuconazole) 的杀菌剂, 可使小麦赤霉病病情指数减少 70% ~ 75%; Matthies 等^[3]研究认为, 戊唑醇在接种后 2 d 施用能有效控制赤霉病的发生。本试验是在前人研究的基础上, 选用接种前 2 d 与接种后 2 d 施用, 结果 2001 年戊唑醇使小麦赤霉病病情指数分别减少 80.32% 和 70.64%, 产量增加 12.95% 与 8.74%; 羟菌唑能使小麦赤霉病病情指数减少 80.5% 和 68.0%, 产量增加 11.41% 和 11.45%, 结果与 Siranidou 等^[2]研究报道的田间试验结果类似。2002 年, 戊唑醇使小麦赤霉病病情指数减少 76.47% 和 78.67%, 羟菌唑使小麦赤霉病病情指数减少 82.06% 和 81.89%, 但产量增加较多, 其原因除了 2002 年赤霉病本身发生早且严重外, 主要是由于 2002 年小麦条锈病大流行, 试验田中除戊唑醇与羟菌唑处理的小区未发病外, 对照与多菌灵处理小区的小麦条锈病发病率最后均达到 100%, 小麦条锈病对产量的影响相对更为严重, 戊唑醇和羟菌唑处理小区的增产效果则相对更为显著。

总之, 从 2001 和 2002 年的试验结果可以看出, 戊唑醇与羟菌唑不仅对小麦赤霉病有很好的防治效果, 而且可以兼治小麦条锈病与其他叶部病害, 是小麦病害综合防治的良好药剂。

致谢: 2001 与 2002 届毕业生黄雪玲与李平同学在试验中给予帮助, 特此致谢。

[参考文献]

[1] 周明国, 王建新. 禾谷镰孢菌对多菌灵的敏感性基线及抗性菌株生物学性质研究[J]. 植物病理学报, 2001, 31(4): 365- 370

- [2] Siranidou E, Buchenauer H. Chemical control of *Fusarium* head blight on wheat[J]. Journal of Plant Diseases and Protection, 2001, 108(3): 231- 243
- [3] Matthies A, Buchenauer H. Effect of Tebuconazole (Folicur) and Prochloraz (Sportak) treatments on *Fusarium* head scab development, yield and deoxynivalenol (DON) content in grains of wheat following artificial inoculation with *Fusarium culmorum* [J]. Journal of Plant Diseases and Protection, 2000, 107(1): 33- 52
- [4] Ludvik Tvaruzek. Results of testing Caramba fungicide against leaf and spike diseases on wheat[A]. Tvaruzek L. Proc internat conf of protection of cereal crops against harmful organisms[C]. Czech Republic: Kromeriz, 1997. 154- 157.
- [5] Ellner F M, Jahn M. Influence of fungicide treatment on disease incidence and deoxynivalenol content in winter wheat artificially infected with *Fusarium culmorum* [A]. Tvaruzek L. Proc internat conf of protection of cereal crops against harmful organisms[C]. Czech Republic: Kromeriz, 1997. 176- 177.
- [6] Jones R K. Assessments of *Fusarium* head blight of wheat and barley in response to fungicide treatment[J]. Plant Diseases, 2000, 84: 1021- 1030
- [7] Mauler-Machnik, Suty A. New findings on the epidemiology importance and control of *Fusarium* ear blight on wheat[J]. Cereal Res Commun, 1997, 25: 705- 709
- [8] 李克昌. 小麦赤霉病及其防治[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982. 241.
- [9] Snijders C H A, Krechting C F. Inhibition of deoxynivalenol translocation and fungal colonization in *Fusarium* head blight resistant wheat[J]. Can J Bot, 1992, 70: 1570- 1576
- [10] Mauler-Machnik A, Zahn K. Ährenfusariosen an weizen-neue erkenntnisse zur epidemiologie und zur bekämpfung mit Folicur (Tebuconazole) [J]. PflSchutz-Nachr, 1994, 47: 133- 159
- [11] Mielke H, Weinert J. Untersuchungen zur Wirkung verschiedener fungizide gegen über dem Erreger der partiellen Taubheit (*Fusarium culmorum* (W. G. Sm) Sacc.) [J]. NachrBl dt Pflschutzd, 1996, 48: 93- 95

Effect on development of disease severity of *Fusarium* head blight and grain yield in the wheat treated with fungicides tebuconazole and metconazole

HAN Qing-mei^a, KANG Zhen-sheng^{a, b}, DUAN Shuang-ke^b

(a Center of Bio-Technology; b College of Plant Protection, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Tebuconazole and metconazole have been proven to be ideal fungicides for protection and cure of *Fusarium* head blight of wheat in this studies. The results in greenhouse experiment showed that tebuconazole (3.15 mL/L) and metconazole (3.75 mL/L) were significant for controlling development of *Fusarium graminearum* on wheat spikes. The control effect was higher than carbendazim. Field experiments of 2001 showed that treatments with fungicide either 2 days before or 2 days post inoculation, tebuconazole reduced the disease index of the spikes by 80.32% and 70.64%, as well as increased grain yield by 12.95% and 8.74% in comparison to the untreated control. Application of metconazole led to decreases of the disease index by 80.5% and 68.0% and increases of grain yield by 11.41% and 11.45% compared with the untreated plants. In 2002, with the serious occurrence of the head blight, tebuconazole reduced the disease index of the spikes by 76.47% and 78.67% and metconazole reduced the disease index by 82.06% and 81.89% in comparison to the untreated control. The results demonstrated that two fungicides may be substitutes for controlling *Fusarium* head blight of wheat.

Key words: *Fusarium* head blight; tebuconazole; metconazole; wheat grain yield; chemical controlling