

氟嘧啶草醚对稗草的作用方式及对水稻安全性研究

许江岩*, 马甜甜, 王宁, 岳明珠, 张军民, 潘以楼, 潘登#

句容市希望农业科技咨询服务中心, 江苏 句容

收稿日期: 2022年4月18日; 录用日期: 2022年5月19日; 发布日期: 2022年5月31日

摘要

氟嘧啶草醚是新开发的嘧啶水杨酸类除草剂, 对稻田杂草具有较好的除草活性。本研究采用土壤喷雾法、茎叶喷雾法和叶片涂抹法测定了氟嘧啶草醚的作用方式和对水稻的安全性。结果表明, 氟嘧啶草醚可以通过稗草叶片、叶鞘和根系吸收而发挥杀草活性, 但不能通过芽鞘吸收。氟嘧啶草醚对水稻安全性较高, 其在稻田的选择指数达6.20, 3种类型水稻品种对氟嘧啶草醚的敏感性没有差异。

关键词

氟嘧啶草醚, 作用方式, 安全性

Study on the Mode of Action of Luorouracridine on Barnyard and Its Safety on Rice

Jiangyan Xu*, Tiantian Ma, Ning Wang, Mingzhu Yue, Junmin Zhang, Yilou Pan, Deng Pan#

Hope Agricultural Science and Technology Consulting Service Centre of Jurong, Jurong Jiangsu

Received: Apr. 18th, 2022; accepted: May 19th, 2022; published: May 31st, 2022

Abstract

Luorouracridine (temporary name) is a newly developed pyrimidine salicylic acid herbicide, which has good herbicidal activity on rice field weeds. In this study, the methods of soil spray, stem-leaf

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 许江岩, 马甜甜, 王宁, 岳明珠, 张军民, 潘以楼, 潘登. 氟嘧啶草醚对稗草的作用方式及对水稻安全性研究[J]. 植物学研究, 2022, 11(3): 382-388. DOI: 10.12677/br.2022.113045

spray and leaf smear were used to determine the action mode and safety of luorouracridine in rice. The results showed that luorouracridine could be absorbed by barnyard grass (*Echinochloa crusgalli*) leaves, leaf sheaths and roots, but could not be absorbed by bud sheaths. Luorouracridine was relatively safe for rice, with a selection index of 6.20 in the rice field, and there was no difference in the sensitivity of the three types of rice varieties to luorouracridine.

Keywords

Luorouracridine, Action Mode, Safety on Rice

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

杂草与水稻在稻田中共生, 互相竞争生长空间和土壤养分, 可导致水稻产量降低 10%~20%, 严重时甚至使水稻减产 90%以上[1]; 由于耕作方式不同, 稻田杂草的种类分布及其优势种群各有不同[2] [3] [4]。当前, 化学防除是最为便捷有效的稻田杂草防控手段, 而不同的耕作方式、田间杂草种类的不同, 所应用的除草而各有不同[3] [5]。由于除草剂的长期应用, 许多稻田杂草对多种除草剂产生了抗药性, 而导致其对杂草的防除效果下降[6]。为此, 许多研究者和企业正在研制新的除草剂品种以提高对稻田杂草的防除效果。

氟嘧啶草醚(Luorouracridine, 暂用名)为嘧啶水杨酸类化合物, 其化学名称: O-[2,6-双(4,6-二甲氧-2-嘧啶基)氧基]-苯甲酰基苯(2-三氟甲基)甲醛肟, 分子式: $C_{31}H_{26}F_3NO_8$ (江苏省农用激素工程技术研究中心有限公司提供)。氟嘧啶草醚作为新研制的除草剂, 其对稻田常见的 5 种杂草具有较好的杀草活性, 其作用机制是抑制 ALS 酶(acetolactate synthase)活性[7]; 且可以和多种农药混用[8]。但氟嘧啶草醚对水稻的安全性和杀灭杂草的作用方式还未见报道; 而这些研究为确定氟嘧啶草醚在水稻田的施药方式和施药量所必需。为此, 笔者针对氟嘧啶草醚对杂草的作用方式和对水稻的安全性进行了室内试验。

2. 材料和方法

2.1. 供试药剂

98%氟嘧啶草醚 TC, 10%氟嘧啶草醚可分散油悬剂(OD), 均由江苏省农用激素工程技术研究中心有限公司提供。

供试原药用乙腈溶解成 15,000 mg/L 母液, 并加入 1%吐温-80 作为湿润剂; 用 0.2%吐温-20 水溶液稀释母液至试验浓度。10%氟嘧啶草醚 OD 用 0.2%吐温-20 水溶液稀释到试验浓度。

2.2. 试验对象及其培育方法

2.2.1. 稗草(*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.)

稗草种子是在 2014 年采集于句容市水稻田中, 并保存室冰箱中; 杂草种子从冰箱中取出后埋于湿润的沙中, 在 5℃~8℃冰柜中保存 30 d 左右, 然后均匀播种于装有细土的盆钵中(40 粒/盆), 上面盖 0.5 cm 左右的细土, 以底部供水的方式保持土壤湿润; 播种后 2 d 用于土壤喷雾试验; 稗草幼苗 3 叶期用于药剂涂叶片试验、涂叶鞘试验、根系吸收试验和茎叶喷雾试验。稗草的培育是在 25℃~27℃、光照 16 h/黑

暗 8h 条件的室内进行。

2.2.2. 水稻

供试品种为镇稻 18 号(粳稻型)、镇粳优 988 (杂交籼稻型)、太湖糯(糯稻型), 供试品种的种子承镇江农科所提供。水稻种子在清水中浸渍 48 h, 催芽后将露白种子播种于直径为 10 cm 的塑料钵中(土壤有机质含量为 1.42%, pH6.7), 每盆播 30 粒; 以底部供水方法使土壤保持湿润, 播种后的盆钵置于 25℃、光暗周期 16 h/8h 的光照培养室中。水稻苗 2 叶 1 心时每盆留生长一致的水稻苗 15 株作供试幼苗。

2.3. 试验方法

2.3.1. 土壤喷雾试验

参照 NY/T 1155.3-2006 的标准方法进行[9]。3 盆播种稗草 2 d 的盆钵置于 PWT-510 型喷雾塔内定量喷雾(精确喷雾面积为 0.2 m², 喷药液 10 ml, 喷药量为 500 L/hm², 喷雾压力为 0.5 kpa)不同浓度的氟嘧啶草醚的药液。喷药后的杂草盆钵置于光照培养箱中(25℃~27℃, 16 h 光照)。以喷 0.2%吐温-20 水溶液作对照处理。每个浓度设 3 次重复, 每重复喷雾 1 个塑料杯。喷雾处理后 15 天, 调查每盆稗草的地上部鲜重, 并计算药剂的抑制率:

$$\text{抑制率(\%)} = ((\text{对照杂草鲜重} - \text{药剂处理杂草鲜重}) / \text{对照杂草鲜重}) \times 100 \quad [9]$$

2.3.2. 涂抹试验

氟嘧啶草醚 100 mg/L 和 1000 mg/L 的药液分别用软毛笔轻轻涂抹 3 叶期稗草幼苗的第 2 张叶片正面或第 1 张叶片的叶鞘, 并且使药液没有下滴; 对照处理用 0.2%吐温-20 水溶液涂抹叶片。涂抹药液后的杂草幼苗置于光照培养箱中(25℃~27℃, 16 h 光照)。涂药后 10d 计数枯死的稗草数和存活的稗草数, 并计算死亡率:

$$\text{死亡率(\%)} = (\text{枯死杂草数} / \text{总杂草数}) \times 100 \quad [9]$$

2.3.3. 根系吸收法

在 15 cm 的培养皿中分别加入氟嘧啶草醚 100 mg/L 和 1000 mg/L 的药 50 ml。将 3 叶期稗草幼苗的盆钵底部置于培养皿的药液中, 让药液自然渗入盆钵的土壤和杂草根部; 24 h 后移去药液, 换上清水保持土壤湿润, 并将杂草幼苗置于光照培养箱中(25℃~27℃, 16 h 光照)。药后 10 d 计数枯死的稗草数和存活的稗草数, 并计算死亡率:

$$\text{死亡率(\%)} = (\text{枯死杂草数} / \text{总杂草数}) \times 100 \quad [9]$$

2.3.4. 安全性测定

参照 NY/T 1155.8-2007 的标准方法进行[10]。4 盆水稻苗(品种:镇稻 18 号)和 4 盆稗草苗置于 PWT-510 按 2.3.1 方法喷雾氟嘧啶草醚原药不同浓度的药液。喷药后的水稻和稗草苗待叶片上药液自然风干后, 仍置 2.2.2 的条件培育。喷药处理后 10 d, 调查每盆稗草的枯死株数和存活株数, 计算稗草枯死率; 施药后 20 d 后, 洗去水稻根部泥土, 剪去根部, 称取植株地上部鲜重(mg/株), 计算水稻生长抑制率。

$$\text{稗草枯死率(\%)} = (\text{枯死株数} / \text{总株数}) \times 100$$

$$\text{水稻生长抑制率(\%)} = [(\text{对照处理的水稻鲜重} - \text{药剂处理的水稻鲜重}) / \text{对照处理的水稻鲜重}] \times 100$$

用药剂浓度对数—稗草枯死率或水稻生长抑制率的机率值计算药剂的杀草活性和抑制水稻生长的回归式, 并计算杀草效果达 90%的浓度(LD₉₀)和抑制水稻生长 10%的浓度(ED₁₀)。

$$\text{选择性指数(I)} = C/W \quad [10]$$

C: 作物的 ED₁₀; W: 杂草的 LD₉₀。

2.3.5. 水稻品种的敏感性

3 个代表不同类型水稻的幼苗按 2.3.1 方法喷雾 10% 氟嘧啶草醚 OD 不同浓度的药液, 喷药后的水稻待叶片上药液自然风干后, 仍置 2.2.2 的条件培育。施药后 20 d 后, 洗去水稻根部泥土, 剪去根部, 称取植株地上部鲜重(mg/株), 按 2.3.5 计算水稻生长抑制率。

3. 试验结果

3.1. 对土壤处理的活性

采用土壤喷雾法测定氟嘧啶草醚对稗草种子萌芽的影响。稗草播种后 2 d 喷雾 100 mg/L 和 1000 mg/L 的氟嘧啶草醚药液, 药后 15 天调查每盆稗草的地上部鲜重, 结果如表 1。试验结果表明, 氟嘧啶草醚对稗草的出苗没有明显影响, 对稗草的幼苗的鲜重抑制作用也较小。

Table 1. Effect of fluorouracil soil treatment on the emergence of barnyard grass

表 1. 氟嘧啶草醚土壤处理对稗草出苗的影响

氟嘧啶草醚浓度	稗草鲜重(mg/盆)				抑制率%
	1	2	3	平均	
100 mg/L	2253	2074	1866	2064.3	5.59
1000 mg/L	1774	2359	1584	1905.7	12.85
对照	2042	2583	1935	2186.7	

试验结果表明, 氟嘧啶草醚土壤处理对稗草的抑草效果较低, 即氟嘧啶草醚不能通过稗草的芽鞘吸收而致杂草枯死。

3.2. 涂叶片的效果

用氟嘧啶草醚的 100 mg/L 和 1000 mg/L 药液涂抹 3 叶期稗草的第 2 张叶片正面, 结果可致稗草枯死(表 2)。表 2 结果显示, 氟嘧啶草醚可经杂草叶片吸收后传导, 致杂草枯死。

Table 2. Effect of fluorouracil on barnyard grass at different application parts

表 2. 氟嘧啶草醚不同施药部位对稗草的杀灭效果

施药方式	施药浓度(mg/L)	稗草(枯死株数/存活株数)			枯死率%
		1	2	3	
涂叶片	100	3/8	5/16	4/11	25.53
	1000	10/3	9/1	14/2	84.62
涂叶鞘	100	0/13	0/10	0/10	0.00
	1000	9/2	9/4	8/3	74.29
浸根系	100	14/21	9/15	11/17	39.08
	1000	20/0	16/0	18/0	100
对照	-	1/12	0/15	0/18	2.17

3.3. 涂叶鞘的效果

用氟嘧啶草醚的 100 mg/L 和 1000 mg/L 药液涂抹 3 叶期稗草的第 1 张叶片的叶鞘, 结果可致稗草枯

死(表 2)。表 2 结果显示, 氟嘧啶草醚在 1000 mg/L 浓度涂抹叶鞘后经叶鞘吸收后传导, 致杂草枯死; 但氟嘧啶草醚在 100 mg/L 浓度涂抹叶鞘未致稗草枯死, 可能是浓度偏低后经叶鞘吸收的药量少, 虽可传导但因药量低而杂草未枯死。

3.4. 根系吸收的效果

用氟嘧啶草醚的 100 mg/L 和 1000 mg/L 药液浸渍 3 叶期的稗草根, 结果可致稗草枯死(表 2)。表 2 结果显示, 氟嘧啶草醚在 1000 mg/L 浓度下经根系吸收后传导, 致杂草枯死; 氟嘧啶草醚在 100 mg/L 浓度浸渍根系可致 40% 的稗草枯死。

3.5. 氟嘧啶草醚的选择指数

采用茎叶喷雾法测定氟嘧啶草醚对稗草的杀草活性, 氟嘧啶草醚施药后 2 d, 稗草叶色偏淡; 施药后 5 d, 稗草部分叶片开始枯萎, 以后整株缓慢枯死。施药后 10 d, 计数每盆中枯死的枯死稗草株数和存活稗草株数(表 3)。经计算, 氟嘧啶草醚对稗草的毒力回归式:

$$y = 2.0835 + 1.6665x \quad (r = 0.9675)$$

$$LD_{90} = 330.4754 \text{ g/hm}^2 \quad (95\% \text{ 置信限: } 200.0562 \sim 545.9167 \text{ g/hm}^2)$$

Table 3. Herbicide effect of fluorouracridine on barnyard grass and inhibition rate on rice growth (stem-leaf spray method)
表 3. 氟嘧啶草醚对稗草的杀草效果和对水稻生长抑制率(茎叶喷雾法)

施药量 g/hm ²	稗草			水稻	
	总株数	枯死株数	校正枯死率%	植株鲜重(mg/株)	抑制率%
12.5	70	15	16.81		
25	73	25	30.38		
50	63	29	42.86		
100	77	45	56		
150	64	46	70.22	966.0	0.49
300	70	66	93.95	958.5	1.26
600				948.25	2.32
1200				905.0	6.77
2400				859.75	11.43
0	72	4	-	970.75	-

表 3 结果表明, 氟嘧啶草醚在高浓度下(2400 g/hm²)对水稻秧苗生长有一定的抑制作用, 秧苗鲜重较对照下降 11.43%; 其它喷雾浓度处理对水稻秧苗生长的抑制作用均较低; 且秧苗叶形和叶色正常与对照没有明显差异。经计算氟嘧啶草醚对水稻秧苗生长抑制作用的毒力回归式:

$$y = -0.485 + 1.1636x \quad (r = 0.9951)$$

$$ED_{10} = 2048.11 \text{ g/hm}^2 \quad (95\% \text{ 置信限: } 1716.95 \sim 2443.14 \text{ g/hm}^2)$$

试验结果表明, 氟嘧啶草醚在稻田的选择指数(I) = 2048.11/330.4754 = 6.20。这显示氟嘧啶草醚在稻田中在杂草和水稻间选择性较高, 对水稻安全。

3.6. 水稻品种间对氟嘧啶草醚的敏感性

10%氟嘧啶草醚 OD 不同浓度的药液分别喷雾镇稻 18、太湖糯、镇粳优 988 三个品种的秧苗, 结果

如表 4 所示, 10% 氟嘧啶草醚 OD 以 75~300 g/hm² 施药量喷雾对秧苗地上部鲜重的影响较小, 鲜重较对照处理下降 10% 以下。这个结果表明不同类型水稻品种对氟嘧啶草醚的敏感性没有明显差异。

Table 4. Inhibitory effect of 10% fluorouracil OD on fresh weight of rice seedlings under different rate (stem-leaf spray method)

表 4. 10% 氟嘧啶草醚 OD 不同施药量对水稻秧苗鲜重的抑制效果(茎叶喷雾)

施药量 (ga.i./hm ²)	镇稻 18		太湖糯		镇籼优 988	
	鲜重(mg/株)	抑制率%	鲜重(mg/株)	抑制率%	鲜重(mg/株)	抑制率%
75	1014a	0.37	902.5a	1.34	1199.5a	1.56
150	998.75a	1.87	887.25a	3.01	1170a	3.98
225	984a	3.32	874.25a	4.43	1159.75a	4.82
300	943a	7.34	853.25a	6.72	1120.25a	8.06
0	1017.75a	-	914.75a	-	1218.5a	-

注: 水稻每处理每重复处理 15 株苗; 同一品种平均值后字母不同表示差异显著($p = 0.05$)。

4. 讨论

1) 已有研究表明, 氟嘧啶草醚以茎叶喷雾法对稗、千金子、鳢肠、鸭舌草、丁香蓼、碎米莎草均具有较好的杀草活性[7]。在室内测定了新除草剂氟嘧啶草醚对稗草的作用方式, 结果表明, 氟嘧啶草醚可经根系、叶片、叶鞘吸收并传导, 杀灭杂草, 而经芽鞘吸收的效果较低。在相同浓度下比较 4 种施药方法的杂草死亡率, 可见氟嘧啶草醚的根系吸收最强, 其次是叶片, 再次是叶鞘。

2) 室内测定结果显示, 氟嘧啶草醚在稻田中的选择指数达 6.20; 10% 氟嘧啶草醚 OD 施药量在 75~300 ga.i./hm² 下对三种类型水稻品种的幼苗生长抑制率均在 10% 以下。三个类型水稻品种对氟嘧啶草醚的敏感性没有明显差异。但当前生产上水稻品种种类较多, 本试验仅选择了 3 个类型的水稻品种进行试验, 且得偏少。为此, 在生产应用氟嘧啶草醚防除稻田杂草, 还需遵循“先试验后推广”的原则, 以免因为水稻品种对氟嘧啶草醚敏感性差异而造成水稻药害。

3) 根据氟嘧啶草醚对稗草作用方式的研究结果, 在稻田应用氟嘧啶草醚, 以茎叶喷雾处理法防除杂草效果最高。10% 氟嘧啶草醚 OD 对水稻秧苗安全性较高, 但在田间的施药技术还需在田间进一步试验, 以确定施药方法、施药量、施药时间等因素对药效的影响。

参考文献

- [1] 禹盛苗. 不同耕作和种植方式对稻田杂草及水稻产量的影响[J]. 中国稻米, 2016, 22(5): 48-52
- [2] 周燕芝, 王文霞, 陈丽明, 等. 直播稻田杂草发生与防除研究进展[J]. 作物杂志, 2019(4): 1-9.
- [3] 耿翔. 南京市江宁区水稻田杂草的发生及防治[J]. 现代农业科技, 2019(7): 99-100.
- [4] 杨海燕, 周丽花, 陈雪琴, 等. 江苏省太仓市稻田杂草发生特点及综合治理技术[J]. 杂草学报, 2017, 35(3): 12-15.
- [5] 王小武, 李双建, 丁新华, 等. 不同除草方式对稻田杂草群落及其多样性的影响[J]. 西北农业学报, 2018, 27(11): 1667-1675.
- [6] 董立尧, 高原, 房加鹏, 等. 我国水稻田杂草抗药性研究进展[J]. 植物保护, 2018, 44(5): 69-76.
- [7] 潘以楼, 姚克兵. 氟嘧啶草醚对稻田杂草的活性及作用机制[J]. 杂草学报, 2020, 38(3): 62-67.
- [8] 顾鑫, 李国富, 丁俊杰, 等. 20% 氟嘧啶草醚+5% 氟嘧啶草醚可分散油悬浮剂对寒地水稻田稗草的防治效果及安全性研究[J]. 北方水稻, 2018, 48(4), 11-14.

- [9] 中华人民共和国农业部. NY/T 1155.3-2006. 农药室内生测试验准则 - 除草剂 - 第 4 部分: 活性测定试验 - 土壤喷雾法[S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2006.
- [10] 中华人民共和国农业部. NY/T 1155.8-2007. 农药室内生物测定试验准则 - 除草剂 - 第 8 部分: 作物的安全性试验 - 茎叶喷雾法[S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2007.