

# 不同除草剂对稻田杂草群落演替的影响

吴竞仑 李永丰 王一专 刘丽萍

(江苏省农业科学院植物保护研究所, 南京 210014)

**摘要:** 为了明确除草剂对稻田杂草群落演替的影响, 2001~2004年, 连续4年施用7种稻田除草剂控制移栽稻田杂草, 每年调查稻田杂草的种类、密度和鲜重, 分析稻田杂草种群的变化。结果表明: 连续使用同一除草剂对稻田杂草群落演替影响显著, 靶标杂草的优势度值与药剂使用年限存在显著的线性或非线性关系:  $Y = a + bx$  或  $Y = ax^2 + bx + c$ ; 非靶标杂草优势度值与药剂使用年限呈极显著正相关线性关系。不同药剂处理的杂草群落有一定的差异, 连续使用二元复配除草剂, 杂草群落的均匀度和多样性指数分别为 0.40~0.43 和 1.57~1.84, 明显低于单剂处理和对照区, 田间主要杂草是陌上菜、水苋、千金子和水莎草, 其杂草的鲜重显著低于其它处理。

**关键词:** 稻田; 除草剂; 杂草群落演替

## Effect of different herbicides on shift of weed community in paddy fields

WU Jing-lun LI Yong-feng WANG Yi-zhuan LIU Li-ping

(Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China)

**Abstract:** In order to identify the effectiveness of different herbicides on the shift of weed community, herbicides such as the mixture of acetochlor and bensulfuron-methyl, the mixture of propisochlor and bensulfuron-methyl and the mixture of mefenacet and bensulfuron-methyl etc were applied sequently at recommended dosages for four years to control weeds in transplanted rice. The biomass of weeds was investigated in 50 days after transplanted rice once a year and the population of weeds in response to herbicide application was observed. The result showed that there was a close relationship between the structure of weed community and the number of year of herbicide applying. The linear or curve relationship between the abundance of target weed and the years of the herbicide applying, and trend was best fit by the model,  $Y = a + bx$  or  $Y = ax^2 + bx + c$ . After four years continuous use of herbicides, the structure of the weed community seemed to difference in different treatments. The marked difference of weed homogeneous degree and index of biological diversity occurred between the combined herbicides and single herbicide. The homogeneous degree and index of biological diversity of weed communities with the combined herbicides were 0.40 - 0.43 and 1.57 - 1.84 respectively, and were less than the other treatments in paddy fields. Their weed communities was consist of *Lindernia procumbens*, *Ammannia baccifera*, *Leptochloa chinensis* and *Juncellus serotinus* and the fresh weight of these weeds were significantly lower than that of other treatments.

**Key words:** Paddy field; herbicides; shift of weed community

施用化学除草剂能够有效控制稻田杂草危害, 但是长期施用同一品种化学除草剂, 在有效控制靶

标杂草的同时, 非靶标杂草或耐药性杂草则会上升为主要杂草。余柳青等<sup>[1]</sup>报道, 稻田连续多年施用

基金项目: “十五”国家科技攻关项目(2001BA509B07)

作者简介: 吴竞仑, 男, 1946年生, 研究员, 主要从事杂草科学研究, email: wujl4390228@163.com

收稿日期: 2005-04-18

杀草丹或丁草胺后,稗草等禾本科杂草得到有效控制,多年生双穗雀稗上升为稻田杂草群落的优势种群;连续2年施用快杀稗,稻田莎草科杂草呈急剧上升趋势,水稻产量降低10%左右。吴建荣等<sup>[2]</sup>于1996~1999年研究了盖草能、农达和乙草胺等三类除草剂对棉田杂草群落结构的影响。邱学林等<sup>[3]</sup>研究表明,春麦田连续施用燕麦畏后,优势杂草野燕麦得到有效控制,而猪殃殃、苣荬菜等次要杂草上升为主要杂草,同时研究了施用单一作用机理的除草剂对其它农田杂草群落的影响。但是长期使用含两种不同作用机理的除草剂复配品种对农田杂草种群演替的影响,至今未见报道。作者通过4种单剂(乙草胺、异丙草胺、苯噻酰草胺和苄嘧磺隆)和3种复配除草剂(30%苄·乙WP、18.5%苄·异丙草胺WP和53%苯噻酰·苄WP)在稻田连续施用,系统观察这些除草剂对稻田杂草群落演替的影响,为合理使用化学除草剂防除稻田杂草提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

水稻品种:武运粳8号。药剂:30%苄·乙(bensulfuron-methyl/acetochlor)WP,浙江乐吉化工有限公司产品;18.5%苄·异丙草(bensulfuron-methyl/propisochlor)WP,江苏省新沂中凯农用化工有限公司产品;53%苯噻酰·苄(mefenacet/bensulfuron-methyl)WP,江苏省农药研究所南京农药厂产品;50%异丙草胺(propisochlor)EC,江苏省常州农药厂产品;20%乙草胺(acetochlor)WP和50%苯噻酰草胺(mefenacet)WP,江苏绿利来股份有限公司产品;32%苄嘧磺隆(bensulfuron-methyl)WP,江苏快达农化股份有限公司产品。

### 1.2 试验设计

试验于2001~2004年在江苏省农业科学院植物保护研究所试验场多年稻麦轮作田进行。试验地土质为粘壤土,pH 6.7,有机质含量1.30%。水稻5月8日播种,为旱育秧,6月4日移栽,移栽时秧龄5叶。2000年田间杂草以稗草 *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv、异型莎草 *Cyperus difformis* L.、鸭舌草 *Monochoria vaginalis* (Burm. F.) Presl. ex Kunth 为主要优势种,另有少量水莎草 *Juncellus serotinus* (Rotth.) C. B. Clarke、水苋 *Ammannia baccifera* L.、陌上菜 *Lindernia procumbens* (Krock.) Philox 等。田间自然发生杂草平均密度为120株/m<sup>2</sup>,其中稗草

占35.6%,莎草科杂草占17.8%,阔叶类杂草占46.6%。

试验设30%苄·乙WP 90 kg ai/hm<sup>2</sup>、18.5%苄·异丙草胺WP 83.25 kg ai/hm<sup>2</sup>、50%苯噻酰草胺WP 477 kg ai/hm<sup>2</sup>、50%异丙草胺EC 108 kg ai/hm<sup>2</sup>、20%乙草胺WP 90 kg ai/hm<sup>2</sup>、50%苯噻酰草胺WP 600 kg ai/hm<sup>2</sup>、32%苄嘧磺隆WP 24 kg ai/hm<sup>2</sup>和不施药对照8个处理,4次重复,随机区组排列,小区面积16.18 m<sup>2</sup>。小间作埂,单独排灌。水稻移栽后5天施药,2001~2004年各处理按规定药量每公顷对湿润细土300 kg均匀撒施。施药时田间水层4 cm左右,保水5~7天,自然落干,以后正常管理。水肥、病虫害防治等其他田间管理措施同常规移栽水稻大田。

每小区定3个点,每点0.2 m<sup>2</sup>,分别在药后50天调查各处理区的杂草种类和密度、每种杂草的盖度和杂草的相对高度,最后一次加测杂草的生物量。

### 1.3 数据分析方法

将调查数据进行处理,计算杂草出现的频度(*F*)和每种杂草的相对多度、优势度、杂草的特征值<sup>[4]</sup>。选择每种杂草的特征值作为分析指标,8个处理作为分析单位,构成两个原始数据矩阵,用DPS统计软件对原始数据进行主成分分析,并对分析结果进行生态学上的解析,探讨除草剂对杂草群落的影响。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同品种除草剂处理区稻田杂草多样性比较

连续4年施用不同除草剂品种,杂草群落的均匀度和多样性指数呈下降趋势,连续施用30%苄·乙WP、18.5%苄·异丙草胺WP和53%苯噻酰·苄WP处理,第4年药后50天杂草群落的均匀度和多样性指数均低于各单剂和对照处理,其中施用30%苄·乙WP杂草群落的多样性指数是乙草胺的0.60倍、苄嘧磺隆的0.64倍、对照的0.57倍,其它两种复配剂杂草群落的多样性指数也存在相似的结果(表1)。

### 2.2 不同品种除草剂对处理区主要杂草群落变化的影响

连续4年施用不同品种除草剂,杂草种群变化极其显著(表2)。结果显示,稗草的优势度值与7种除草剂的施用年数之间呈极其显著的线性回归关系。连续4年用药后,施用苄·乙、苄·异丙草胺、

表 1 连续 4 年施用不同除草剂品种稻田杂草多样性比较

Table 1 The comparison of weed diversity in paddy fields after 4 years continuously applying different herbicides

除草剂 Herbicide	剂量 Dosage ( kg ai/hm <sup>2</sup> )	均匀度 Homogeneous degree				多样性指数 Index of biodiversity			
		2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004
30% 苄·乙 WP Bensulfuron-methyl/ acetochlor	90.00	0.4544	0.4527	0.4674	0.4032	2.2792	1.9776	1.6727	1.5682
18.5% 苄·异丙草胺 WP Bensulfuron-methyl/ propisochlor	83.25	0.5018	0.5000	0.4585	0.4235	2.3374	2.0672	1.8643	1.6012
53% 苯噻酰·苄 WP Mefenacet/ bensulfuron-methyl	477.00	0.5163	0.5143	0.5037	0.4303	2.4773	2.2736	2.0548	1.8446
50% 异丙草胺 EC Propisochlor	108.00	0.5337	0.5230	0.5274	0.5145	2.5997	2.3884	2.4672	2.3270
20% 乙草胺 WP Acetochlor	90.00	0.6374	0.6491	0.6397	0.6279	2.6384	2.6335	2.6172	2.5289
50% 苯噻酰草胺 WP Mefenacet	600.00	0.6903	0.6768	0.6867	0.6372	2.6734	2.6440	2.6332	2.6282
32% 苄嘧磺隆 WP Bensulfuron-methyl	24.00	0.6984	0.6904	0.6897	0.6893	2.6847	2.6493	2.6237	2.6415
对照 CK	0.00	0.7251	0.7452	0.7095	0.7184	2.7565	2.6934	2.7148	2.7286

表 2 数年用药对稗草、阔叶类杂草、一年生莎草科杂草及水莎草优势度值的影响

Table 2 Effectiveness of the years of continuous applying different herbicides on dominancy value of *Echinochloa crusgalli*, main bread weeds, annual Cyperaceae weeds and *Juncellus serotinus*

杂草类别 Weed	年份 Year	优势度值 Dominancy value							
		1	2	3	4	5	6	7	8
稗草 <i>Echinochloa crusgalli</i>	2000	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	2001	2.3	2.1	1.9	2.2	2.0	1.9	3.7	3.4
	2002	1.9	1.6	1.7	1.9	1.7	1.7	4.2	3.6
	2003	1.4	1.5	1.2	1.4	1.3	1.2	4.5	4.2
	2004	0.7	0.8	0.6	0.8	0.6	0.6	5.0	4.0
阔叶类杂草 Main bread weeds	2000	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
	2001	2.8	2.7	2.4	5.6	5.8	5.7	3.4	2.2
	2002	1.7	1.8	1.6	6.7	6.7	5.4	2.9	2.2
	2003	1.7	1.3	1.0	6.0	7.2	6.3	1.4	2.1
	2004	1.2	1.1	0.9	7.6	7.8	7.0	0.9	2.0
一年生莎草 Annual Cyperaceae weeds	2000	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	2001	1.3	1.2	0.9	1.7	1.8	1.8	1.0	2.2
	2002	0.8	0.7	0.3	2.1	2.0	1.9	0.6	2.2
	2003	0.4	0.2	0.0	2.0	1.9	1.9	0.2	2.1
	2004	0.0	0.0	0.0	2.5	2.4	2.2	0.0	2.0
水莎草 <i>Juncellus serotinus</i>	2000	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
	2001	1.2	1.1	1.1	1.8	2.0	1.9	1.2	1.8
	2002	0.9	0.9	0.8	2.2	2.4	2.0	1.0	2.0
	2003	0.7	0.8	0.6	2.4	2.3	2.3	0.7	1.9
	2004	0.6	0.7	0.6	2.7	2.4	2.6	0.6	2.2

注:1~8 分别代表 8 个处理。1. 30% 苄·乙草胺 WP, 2. 18.5% 苄·异丙草胺 WP, 3. 53% 苯噻酰·苄 WP, 4. 50% 异丙草胺 EC, 5. 20% 乙草胺 WP, 6. 50% 苯噻酰草胺 WP, 7. 32% 苄嘧磺隆 WP, 8. 对照。Note: 1. 30% bensulfuron-methyl/acetochlor WP, 2. 18.5% bensulfuron-methyl/propisochlor, 3. 53% mefenacet/bensulfuron-methyl WP, 4. 50% propisochlor EC, 5. 20% acetochlor WP, 6. 50% mefenacet WP, 7. 32% bensulfuron-methyl WP, 8. Untreated.

苯噻酰·苄、异丙草胺、乙草胺和苯噻酰草胺的稗草优势度值下降为 0.7~0.8,为对照区的 0.18~0.20 倍,其下降速率为 0.54~0.59,不同除草剂品种之间差异不显著;而施用苄嘧磺隆的稗草优势度值上升为 5.0,为对照区的 1.25 倍。水莎草的优势度值随着施用苄·乙、苄·异丙草胺、苯噻酰·苄、苄嘧磺隆的年数增加而降低,但随着施用异丙草胺、乙草胺、苯噻酰草胺的年数增加而上升,连续 4 年用药后,施用复配剂的水莎草的优势度值比对照区降低 73% 左右,施用异丙草胺、乙草胺和苯噻酰草胺的水莎草的优势度值比对照区提高 10.0%~22.7%。连续 4 年施用 53% 苯噻酰·苄 WP 主要阔叶类杂草和一年生莎草科杂草的优势度值均低于其它处理,其中连续 2 年施用 53% 苯噻酰·苄 WP 后,主要阔叶类杂草和一年生莎草科杂草的优势度值分别是 30% 苄·乙 WP 和 18.5% 苄·异丙草胺 WP 的 0.66~0.7 倍,而 30% 苄·乙 WP 与 18.5% 苄·异丙草

胺 WP 之间差异不显著。此外,连续 4 年施用异丙草胺、乙草胺和苯噻酰草胺,主要阔叶类杂草和一年生莎草科杂草优势度值均高于对照区。

各处理间杂草株数和杂草鲜重差异显著性分析结果表明,施用不同品种除草剂是导致杂草生物量差异的主要因素,即使在  $P < 0.01$  的条件下,施用复配剂处理区杂草的发生数量和鲜重仍然显著低于施用单剂处理区的杂草发生数量和鲜重。另外,不同除草剂处理杂草的发生量和鲜重也存在显著差异,苯噻酰·苄处理区杂草的发生量显著低于苄·乙和苄·异丙草胺;在 4 个单剂品种中,苄嘧磺隆处理杂草生物量(数量和鲜重)最低,异丙草胺最高,乙草胺和苯噻酰草胺介于两者之间(表 3)。

结果显示,连续 4 年施用不同除草剂品种后,不同处理区的杂草群落结构有一定的差异。其中 53% 苯噻酰·苄 WP 处理区的群落为陌上菜-水苋-水莎草; 30% 苄·乙 WP 和 18.5% 苄·异丙草胺

表 3 连续 4 年施用不同除草剂品种后各处理杂草生物量差异

Table 3 The variance analysis of weed biomass in continuously applying herbicides paddy fields

除草剂 Herbicides	剂量 Dosage (kg ai/hm <sup>2</sup> )	杂草密度(株·m <sup>-2</sup> ) Weed density	杂草鲜重(g·m <sup>-2</sup> ) Weed fresh weight	杂草 Weed
30% 苄·乙草胺 WP Bensulfuron-methyl/ acetochlor	90.00	26.00 A	207.40 A	陌上菜 <i>Lindernia procumbens</i> 水苋 <i>Ammannia baccifera</i> 千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>
18.5% 苄·异丙草胺 WP Bensulfuron-methyl/ propisochlor	83.25	52.00 AB	254.30 AB	水苋 <i>Ammannia baccifera</i> 陌上菜 <i>Lindernia procumbens</i> 千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>
53% 苯噻酰·苄 WP Mefenacet/ bensulfuron-methyl	477.00	14.00 AB	109.60 B	陌上菜 <i>Lindernia procumbens</i> 水苋 <i>Ammannia baccifera</i> 水莎草 <i>Juncellus serotinus</i>
50% 异丙草胺 EC Propisochlor	108.00	191.00 F	1816.70 F	水莎草 <i>Juncellus serotinus</i> 鸭舌草 <i>Monochoria vaginalis</i> 千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>
20% 乙草胺 WP Acetochlor	90.00	184.00 E	1468.10 E	水莎草 <i>Juncellus serotinus</i> 鸭舌草 <i>Monochoria vaginalis</i> 千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>
50% 苯噻酰草胺 WP Mefenacet	600.00	147.00 C	1531.10 CD	水莎草 <i>Juncellus serotinus</i> 鸭舌草 <i>Monochoria vaginalis</i> 异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>
32% 苄嘧磺隆 WP Bensulfuron-methyl	24.00	126.00 CD	1328.00 C	稗草 <i>Echinochloa crusgalli</i> 千金子 <i>Leptochloa chinensis</i> 水莎草 <i>Juncellus serotinus</i>
对照 CK	0.00	209.00 D	4024.30 D	稗草 <i>Echinochloa crusgalli</i> 水莎草 <i>Juncellus serotinus</i> 鸭舌草 <i>Monochoria vaginalis</i>

注:邓肯氏新复极差法,测定指标中不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。Note: Data after different letters of the items was significantly different at  $P < 0.01$  level by Duncan's multiple range test.

WP 处理区的群落为水苋 - 陌上菜 - 千金子; 异丙草胺、苯噻酰草胺和乙草胺处理区的群落为水莎草 - 鸭舌草 - 千金子; 苄嘧磺隆处理区的群落为稗草 - 千金子 - 水莎草。

### 3 讨论

一个生物群落在某种生境中基本稳定, 能自行繁殖并结束其繁殖过程, 可看作是顶级群落, 生物群落不断经受着各种随机变化因子的影响, 顶级群落的稳定性受到干扰<sup>[4]</sup>。本研究结果表明, 连续 4 年施用异丙草胺、乙草胺和苯噻酰草胺等三种单剂处理, 稗草的优势度值下降, 主要阔叶类杂草、一年生莎草科杂草和多年生水莎草优势度值均高于对照区, 而施用磺酰脲类的苄嘧磺隆处理的结果则与它们相反。连续 4 年施用苄·乙、苄·异丙草胺和苯噻酰·苄三种复配制剂处理, 稗草、主要阔叶类杂草、一年生莎草科杂草和多年生的水莎草优势度均下降, 杂草群落的均匀度和多样性指数都低于对照处理区或施用单剂处理区, 杂草的生物量大大降低, 显著优于各个单剂处理, 减少对水稻的竞争, 促进水稻获得高产。

国内其它研究结果表明<sup>[5,6]</sup>, 干扰生物群落的其它因子有耕作方法和稻鸭共作等, 其中稻鸭共作使稻田杂草群落的物种丰富度及 Shannon-Wiener 多

样性指数略有降低, Pielou 均匀度指数显著提高, 改变了群落物种组成, 降低了原来杂草的优势度; 水旱轮作及早连作两种种植制度棉田的杂草种群密度及草害优势度级数存在明显的差异。长期使用单一作用机理的除草剂, 容易产生潜在的更难克服的抗(耐)性杂草种群。因此在生产上, 应该合理交替、轮用不同作用机理的化学除草剂, 并应根据各地区的生态条件、水稻栽种方式、田间草相、各类除草剂的特性, 决定用药量和用药时间, 保证用药效果, 同时结合适宜的农业措施, 有效地可持续控制杂草对作物的危害。

### 参考文献(References)

- 1 余柳青, 徐青. 除草剂引起稻田杂草群落的演替. 世界农业, 1992, 10: 34 - 35
- 2 吴建荣, 吉荣龙, 崔必波, 等. 除草剂对棉田杂草群落结构的影响. 江苏农业学报, 2001, 17(1): 28 - 33
- 3 邱学林, 涂鹤龄, 辛存岳, 等. 春麦田除草剂的应用与杂草群落演替. 植物保护学报, 1997, 24(3): 263 - 268
- 4 李博. 生态学. 北京: 高等教育出版社, 2000, 45 - 163
- 5 魏守辉, 强胜, 马波, 等. 长期稻鸭共作对稻田杂草群落组成及物种多样性的影响. 植物生态学报, 2006, 30(1): 9 - 6
- 6 强胜, 沈俊明, 张成群, 等. 种植制度对江苏省棉田杂草群落影响的研究. 植物生态学报, 2003, 27(2): 278 - 282