

稻茬油菜田杂草的发生规律及防除

鲁军雄, 陈社员*, 官春云, 刘忠松, 王国槐, 肖钢

(湖南农业大学农学院, 湖南 长沙 410128)

摘 要: 采用拔除法调查稻茬油菜田杂草种类及其出苗动态和发生规律, 以人工除草和不除草作对照, 考察 3 种除草剂 13.5% 草铵膦、油力 1+1、10.8% 高效氟吡甲禾灵对杂草的田间控制效果。结果表明: 在稻茬油菜田中共发现杂草 16 种, 分属 10 个科, 优势种群为早熟禾, 亚优势种群为看麦娘、繁缕; 杂草于油菜播种后开始出苗, 有冬前出苗最高峰和春季出苗次高峰 2 个出苗高峰; 施用草铵膦第 8 天后, 对总杂草、禾本科杂草、阔叶类杂草等的防效达 90% 以上, 第 16、32、64 天后的防效仍可高达 90% 以上; 与不除草相比, 施用草铵膦, 可使油菜增产约 8%。

关 键 词: 油菜田; 杂草; 防除

中图分类号: S451

文献标志码: A

文章编号: 1007-1032(2013)04-0393-08

A study on occurrence of weed community and its control in rape field after rice

LU Jun-xiong, CHEN She-yuan*, GUAN Chun-yun, LIU Zhong-song, WANG Guo-huai, XIAO Gang

(College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: This research first studied the kinds of weeds in rape field after rice their occurrence and succession regularity by removing them, then investigated their control efficiencies of 3 different herbicides. by means of the comparison between manual weeding and no weeding. The results showed that 16 kinds of weeds, belonging to 10 series, were found in the rape field after rice. The hydrophilous weed *Poa annua* was the dominant species, the subdominant weed species were *Alopecurus aequalis* and *Stellaria media*. These weeds usually started to sprout in the middle of Oct. There were one density peak and one emergence peak before winter in the rape field after rice. In spring, weed biomass increased slightly, but the weed density did not increase. After 8 days of application of 3 750 mL/hm² of Phosphinothricin 13.5% SL in 250 kg water spraying in the period of four leaves, the control efficacies for total weeds and grass weeds and broadleaf weeds were 90%, 16 and 32 and 64 days later, they were still nearly 90%. Compared with the negative CK, rapeseed yield increased nearly 8%. with the help of herbicides of Phosphinothricin.

Key words: rapeseed field; weed; control

近年来, 转基因作物种植面积呈扩大趋势, 其中以抗草铵膦和抗草甘膦除草剂转基因作物比重最大^[1-3]。草铵膦为有机磷类茎叶处理灭生性除草剂, 具有高效、低毒、低残留、对环境友好等优点^[4-6], 种植转 *bar* 基因抗草铵膦作物, 通过田间喷施草铵

膦, 能有效防除杂草危害、减少除草剂用量及其在土壤中的残留, 降低出产成本^[4,7-9]。湖南农业大学于 2002 年将 *bar* 基因和 *barnase* 基因导入油菜湘油 15 号, 育成抗草铵膦雄性不育系 15A; 将 *bar* 基因和 *barstar* 基因导入 742 育成抗草铵膦雄性不育恢

收稿日期: 2012-09-05

基金项目: 国家油菜产业技术体系项目(CARS-13); 国家“863”计划项目(2012AA101107)

作者简介: 鲁军雄(1986—), 男, 湖北天门人, 硕士研究生, 主要从事油菜育种研究, 0642950215@163.com; * 通信作者, chensheyuan@yahoo.com.cn

复系 742R, 并于 2006 年经批准进入中间试验。随后, 育成转 *bar* 基因抗草铵膦杂交油菜组合。陈浩等^[10]对转 *bar* 基因 742R 的草铵膦抗性及其机理进行了研究, 认为转 *bar* 基因油菜对草铵膦有较高抗性, 施用草铵膦对转 *bar* 基因油菜安全。笔者以转 *bar* 基因抗草铵膦油菜 7748 为材料, 研究施用草铵膦的除草效果, 与当前生产上 2 个常用化学除草剂(油力 1+1、10.8% 高效氟吡甲禾灵)进行比较, 以期 为转 *bar* 基因油菜应用于生产提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

转 *bar* 基因抗草铵膦杂交油菜 7748 种子, 由湖南农业大学农学院提供。

13.5% 草铵膦(商品名巴斯达, 台湾巴斯夫股份有限公司出品); 油力 1+1(有效成分为 10% 丙酯草

醚+10.8% 精喹禾灵, 山东侨昌化学有限公司出品); 10.8% 高效氟吡甲禾灵(商品名盖草能, 美国陶氏益农公司出品)。

1.2 方法

试验于 2011 年在湖南农业大学试验场进行。油菜栽培管理同一般大田。稻茬地旋耕, 每公顷施复合肥(16 16 16)600 kg。试验包括除草方式(A)和油菜栽培密度(B)2 个因素。除草设 4 个水平(A1、A2、A3、A4, 其中 A2、A3 为化学除草阳性对照, A4 为不除草阴性对照)。栽培密度设 2 个水平(B1、B2)。在 B2 水平下增设人工除草对照 A5, 共 9 个处理(表 1)。4 次重复, 共 36 个小区。小区面积 20 m² (2 m×10 m), 随机区组排列。试验参照 GB/T 17980.45—2000^[11]和《农业转基因生物安全管理条例》^[12]执行。

表 1 试验设计

Table 1 Design of in this experiment

处理	播种方式	成苗密度/($\times 10^5$ 株·hm ⁻²)	除草方式	剂量/(L·hm ⁻²)	除草时期
A1B1	撒播	3.75	巴斯达	3.75	3 叶 1 心
A2B1	撒播	3.75	油力 1+1	0.23+0.45	3 叶 1 心
A3B1	撒播	3.75	盖草能	0.45	3 叶 1 心
A4B1	撒播	3.75	不除草	0.00	
A1B2	条播	1.80	巴斯达	3.75	3 叶 1 心
A2B2	条播	1.80	油力 1+1	0.23+0.45	3 叶 1 心
A3B2	条播	1.80	盖草能	0.45	3 叶 1 心
A4B2	条播	1.80	不除草	0.00	
A5B2	条播	1.80	人工除草	0.00	3 叶 1 心

1.3 观察项目与方法

1) 采用三点随机取样法, 样方面积 0.25 m² (0.5 m×0.5 m), 在油菜生育期每隔 10 d 调查 1 次, 取样时分别记载禾本科类杂草、阔叶类杂草、总杂草的株数并称鲜重。参照李俊凯等^[13]方法统计杂草田间频率、田间密度、田间均度、相对多度, 确定优势种类。

2) 采用三点随机取样法, 样方面积 0.25 m² (0.5 m×0.5 m), 于药后 4、8、16、32、64、128 d 调查取样, 分别记载各处理小区内禾本科类杂草、阔叶类杂草、总杂草的株数并称鲜重。计算杂草鲜重防效和株防效。

3) 油菜成熟后, 各小区单打单收, 计算小区产量。

1.4 数据处理与统计分析

杂草防效采用反正弦进行变换, LSD 法进行多重比较; 小区产量采用 LSD 法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 稻茬油菜田中杂草的种类及优势种

调查发现, 试验田杂草包括 10 科 16 种, 其中禾本科 5 种, 分别为早熟禾、看麦娘、日本看麦娘、罔草、再生稻; 石竹科 2 种, 分别为繁缕和牛繁缕; 十字花科 2 种, 分别为荠菜、碎米荠; 其余为蓼科、

菊科、茜草科、玄参科、番杏科、茄科、旋花科，各 1 种。

稻茬油菜田优势杂草为早熟禾，相对多度达到 87.7。亚优势种群为看麦娘(未区分看麦娘和日本看麦娘)、繁缕(未区分繁缕和牛繁缕)，相对多度分别为 36.8 和 34.3(表 2)。

表 2 稻茬油菜田杂草调查统计

Table 2 The composition of weeds in rape fields after rice							
杂草名称	田间频率	田间均度	田间密度	田间频率比率	田间均度频率	田间密度比率	相对多度
早熟禾	100	100	709	11	10	66.7	87.7
看麦娘	100	100	168	11	10	15.8	36.8
繁缕	100	100	143	11	10	13.4	34.4
罔草	100	85	18	11	9	1.7	21.7
酸模	100	96	4	11	10	0.4	21.4
再生稻	100	62	10	11	6	0.9	17.9
女菀	67	78	2	7	8	0.2	15.2
猪殃殃	33	56	2	4	6	0.2	10.2
芥菜	33	60	1	4	6	0.1	10.1
通泉草	33	48	1	4	5	0.1	9.1
粟米草	33	41	1	4	5	0.1	9.1
马齿苋	33	44	1	4	5	0.1	9.1
牵牛	33	44	1	4	5	0.1	9.1
碎米芥	33	41	1	4	4	0.1	8.1

2.2 稻茬油菜田中杂草的密度和鲜重动态变化

油菜直播后，光照、温度、雨水、空间等条件较好，杂草迅速发生，3 周后杂草出苗达到最高峰，

后期由于杂草与杂草、油菜与杂草之间的竞争，气温下降等原因，杂草密度逐渐下降，总体上呈单峰曲线(图 1、图 2)。

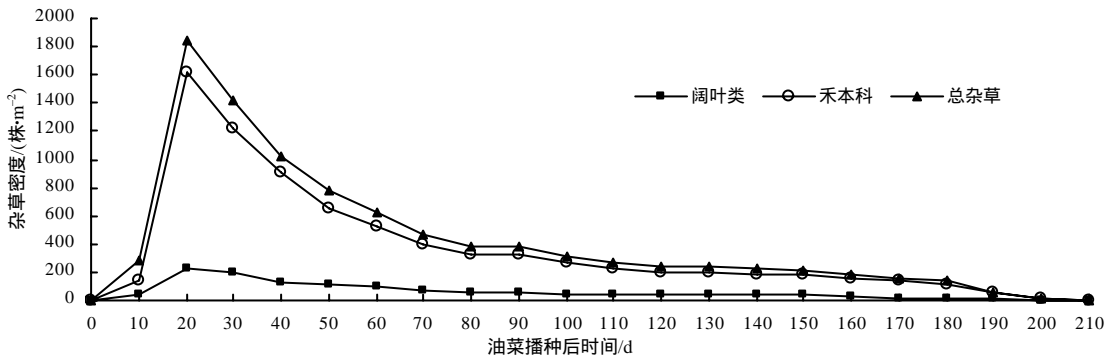


图 1 高栽培密度油菜田杂草的密度

Fig. 1 Dynamic variations of weeds density in high density rape fields after rice

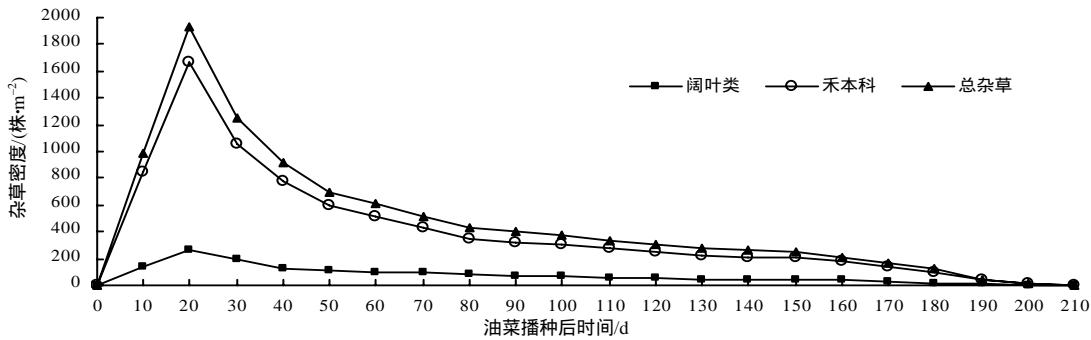


图 2 低栽培密度油菜田杂草的密度

Fig.2 Dynamic variations of weeds density in low density rape fields after rice

稻茬旋耕油菜田杂草出草期长,从油菜播种到翌年 4 月均有出草,出草期长达 180 d 左右,但出草相对集中,呈双峰型(图 3、图 4)。油菜播种后杂草鲜重迅速增加,在 12 月初达到第 1 次高峰,为

主峰;随后由于温度下降等原因,杂草鲜重逐渐降低。春季气温回升后,在 2 月下旬至 3 月上旬出现第 2 次高峰,此峰出草量相对较少。

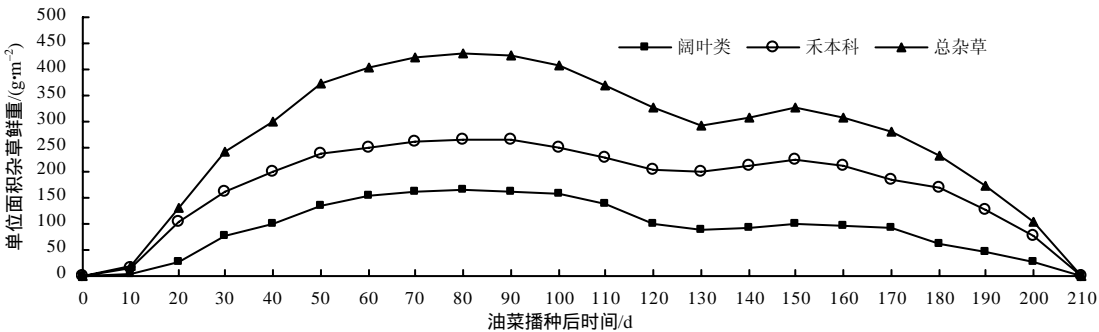


图 3 高栽培密度油菜田杂草的鲜重

Fig. 3 Dynamic variations of weed biomass in high density rape fields after rice

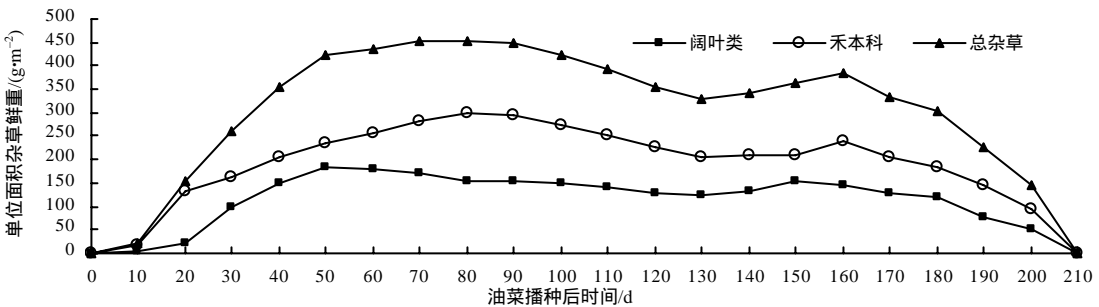


图 4 低栽培密度油菜田杂草的鲜重

Fig. 4 Dynamic variations of weed biomass in low density rape fields after rice

2.3 不同除草剂的防效

草铵膦处理后第 8 天的总杂草鲜重防效达 90% 以上,第 16、32、64 天的杂草防效仍高达 90% 以上,说明其见效快、药效长;喷施油力 1+1 后第 32 天总杂草鲜重防效才达 90%,之后逐渐降低(表 3)。在油菜高密度栽培下,盖草能处理后第 8 天,

总杂草鲜重防效达到最大值(60%),之后迅速下降,在低密度栽培条件下,盖草能处理后第 4 天总杂草鲜重防效达到最大值(30%),之后逐渐下降,甚至出现负值。油菜高密度栽培条件下,油力 1+1 和盖草能的总杂草鲜重防效优于低密度栽培,说明提高油菜栽培密度,对杂草能起到一定的抑制作用。人

表 3 施药处理总杂草的鲜重防效

Table 3 The fresh weight efficacies of different treatments for total weeds in different stages

处理	总杂草鲜重防效/%					
	4 d	8 d	16 d	32 d	64 d	128 d
A1B1	58dD	93aA	96bB	97aA	97aA	93aA
A2B1	79aA	83cB	83cC	96aA	92cB	83bB
A3B1	57dD	60eD	41fF	43cC	48eD	44cC
A4B1	0	0	0	0	0	0
A1B2	69bB	91bA	98aA	97aA	94bAB	85bB
A2B2	31eE	56fD	71dD	85bB	74dC	41cC
A3B2	30eE	-18gE	-13gG	-54dD	-95gF	-118eE
A4B2	0	0	0	0	0	0
A5B2	66cC	70dC	49eE	46cC	-7fE	-12dD

工除草第 8 天,总杂草鲜重防效达到最大值(70%),虽然人工除草能够拔除大部分杂草,但残留的单子叶杂草可依靠增加分蘖,双子叶杂草依靠增加分枝生长,总杂草鲜重能恢复并显著增加,因此,人工除草效果并不理想,且费时费工。

喷施草铵膦后第 8 天,禾本科杂草鲜重防效达 90% 以上,第 16、32、64 天的防效仍高达 90% 以上(表 4);喷施油力 1+1 后第 32 天,禾本科杂草鲜重防效才达到最大值,之后逐渐降低,油菜高栽培密

度下,禾本科杂草鲜重防效要好于低栽培密度。盖草能处理后 8 d,禾本科杂草鲜重防效约为 80%,16 d 后约为 90%,128 d 后仍高达 90% 左右,且低密度栽培下的禾本科杂草鲜重防效要好于高栽培密度,说明盖草能对禾本科杂草有选择性作用,且药力迅速、持久。人工除草后 4 d,禾本科杂草鲜重防效达 90%,之后一直保持该水平,说明人工除草仅对防除单子叶杂草比较理想。

表 4 禾本科杂草的鲜重防效

Table 4 The fresh weight efficacies of different treatments for grass weeds in different stages

处理	禾本科杂草鲜重防效/%					
	4 d	8 d	16 d	32 d	64 d	128 d
A1B1	67dD	91bA	96bAB	96aA	95aA	91bBC
A2B1	73cC	83dB	83dD	96aA	89cB	88cCD
A3B1	64dD	75eC	82dD	84dBC	84dC	84dD
A4B1	0	0	0	0	0	0
A1B2	73cC	93aA	98aA	95abA	94aA	85cdD
A2B2	27eE	54fD	63eE	81eC	75eD	25eE
A3B2	83bB	86cB	93cBC	88cB	91bB	100aA
A4B2	0	0	0	0	0	0
A5B2	91aA	90bA	92cC	93bA	89cB	86cdD

草铵膦处理后 16 d,阔叶类杂草鲜重防效达到最大值,接近 100%,128 d 后依然保持在 90% 左右(表 5)。油力 1+1 处理 32 d 后,阔叶类杂草鲜重防

效达到最大值,约 90%,128 d 后保持在 80% 左右。盖草能和人工除草对阔叶类杂草防除基本无效。

表 5 阔叶类杂草的鲜重防效

Table 5 The fresh weight efficacies of different treatments for broadleaf weeds in different stages

处理	阔叶类杂草鲜重防效/%					
	4 d	8 d	16 d	32 d	64 d	128 d
A1B1	22eE	95aA	96bA	99aA	99aA	97aA
A2B1	87aA	87bB	82dB	97bA	94bB	72cC
A3B1	28dD	41eE	-38eC	-27eD	14dD	-42eE
A4B1	0	0	0	0	0	0
A1B2	60bB	67cC	99aA	98abA	95bAB	84bB
A2B2	37cC	61dD	86cB	89cB	73cC	63dD
A3B2	-89gG	-205gG	-224fD	-236fE	-457fF	-417gG
A4B2	0	0	0	0	0	0
A5B2	11fF	35fF	-36eC	-14dC	-195eE	-146fF

施用草铵膦后 4 d,总杂草株防效接近 50%,8 d 后,总杂草株防效为 70% 左右,16 d 后超过 90%,128 d 后仍然维持在 75% 左右(表 6)。在高栽培密度下,油力 1+1 处理后 32 d,总杂草株防效

达到最大值,为 76%,128 d 后还能保持在 70%,在低栽培密度下,16 d 后达最大值,但只有 53%,之后总杂草株防效逐渐降低。盖草能处理后 4、8 d,总杂草株防效在 65% 左右,之后缓慢下降。总体

来看,油力 1+1 和盖草能的总杂草株防效在高栽培密度下要优于低栽培密度。人工处理 4、8、16、32 d 后,总杂草株防效虽然能保持在 70%左右,但单子叶杂草通过增多分蘖,双子叶杂草通过增加分枝来自主调节生物产量,杂草生物量很快恢复,并超过除草前的水平。

表 6 总杂草株防效
Table 6 The density efficacies of different treatments for total weeds in different stages

处理	总杂草株防效/%					
	4 d	8 d	16 d	32 d	64 d	128 d
A1B1	49dDE	68cB	90bB	93aA	89aA	74bAB
A2B1	51dD	52cD	53cE	76bB	71cB	71cB
A3B1	67bB	70bAB	56dDE	51dD	58cD	60dC
A4B1	0	0	0	0	0	0
A1B2	46eE	72aA	94aA	78bB	86bA	76aA
A2B2	10fF	23fE	53cE	46eD	25gF	16fE
A3B2	61cC	60dC	57dD	41fF	33fE	17fE
A4B2	0	0	0	0	0	0
A5B2	75aA	71abAB	69cC	72cC	65dC	45eD

草铵膦处理 16 d 后,禾本科杂草株防效达 90%以上,64 d 株防效接近 90%,128 d 后株防效缓慢降低至 75%左右(表 7)。在油菜高栽培密度下,油力 1+1 处理 32 d 后,禾本科杂草株防效达到最大值,为 79%,64、128 d 后保持在 75%左右。在低栽培密度下,16 d 后达到最大值(55%),之后逐渐降低,可见油力 1+1 在高栽培密度下的禾本科杂草株防效要高于低栽培密度下的。盖草能处理 4 d 后,禾本科杂草株防效达到 70%以上,之后,在高栽培密度下,禾本科杂草株防效一直保持在 80%左右,在低栽培密度下保持在 90%。人工处理禾本科杂草株防效一直保持在 80%左右。

表 7 禾本科杂草株防效
Table 7 The density efficacies of different treatments for grass weeds in different stages

处理	禾本科杂草株防效/%					
	4 d	8 d	16 d	32 d	64 d	128 d
A1B1	51dC	69cC	91bA	93aA	89aA	74eC
A2B1	51dC	52dD	53fD	79dC	74dB	76dC
A3B1	75bB	83aA	77dC	73e	77cB	82cB
A4B1	0	0	0	0	0	0
A1B2	46eD	70cC	94aA	78dC	86bA	76dC
A2B2	11fE	21eE	55eD	44fE	23cC	13fD
A3B2	72cB	75bB	92bA	89bAB	87bA	92aA
A4B2	0	0	0	0	0	0
A5B2	80aA	75bB	81cB	86cB	87bA	84bB

草铵膦处理 16 d 后,阔叶类杂草株防效达到 90%左右,64 d 后保持在 85%,128 d 后防效为 75%左右(表 8)。油力 1+1 处理 32 d 后,阔叶类杂草株防效达最大值(60%),之后逐渐降低。盖草能对阔叶类杂草防除基本无效。油菜低栽培密度下的阔叶类杂草发生更严重。人工除草 8 d 后,阔叶类杂草株防效达到 56%,之后由于阔叶类杂草大量发生,防效迅速下降。

表 8 阔叶类杂草株防效

Table 8 The density efficacies of different treatments for broadleaf weeds in different stages						
处理	阔叶类杂草株防效/%					
	4 d	8 d	16 d	32 d	64 d	128 d
A1B1	32dD	60bB	87bB	93aA	88aA	74bA
A2B1	52aA	49dC	55cC	64cC	56cC	74bA
A3B1	8eE	-38gF	-39fF	-70fF	-51fF	-42dC
A4B1	0	0	0	0	0	0
A1B2	52aA	78aA	95aA	85bB	80bB	76aA
A2B2	37cC	28eD	38dD	54dD	35dD	27cB
A3B2	-10fF	-2fE	-159gG	-219gG	-194gG	-261fE
A4B2	0	0	0	0	0	0
A5B2	46bB	56cB	-2eE	-7eE	-26cE	-102eD

2.4 喷施除草剂对油菜产量的影响

各处理小区平均产量如表 9 所示，草铵膦处理后，油菜增产约 8%。油力 1+1 处理，在油菜高栽培密度下增产 10.8%，但在低栽培密度下仅增产 3.7%。盖草能处理，虽然在高栽培密度下增产 12.1%，幅度最大，但是在低栽培密度下表现减产 8.6%，说明其效果极不稳定。人工处理增产 0.6%，增产不明显。

表 9 各处理小区油菜产量

Table 9 The seed yield of different treatments			
处理	小区产量/(kg·m ⁻²)	折合产量/(kg·hm ⁻²)	增产率/%
A1B1	0.199 abA	1 991.49	7.0
A2B1	0.206 abA	2 061.03	10.8
A3B1	0.208 aA	2 085.54	12.1
A4B1	0.186 bAB	1 860.93	
A1B2	0.203 abA	2 029.02	8.7
A2B2	0.193 abAB	1 933.96	3.7
A3B2	0.170 bB	1 702.84	-8.6
A4B2	0.186 bAB	1 864.93	
A5B2	0.188 abAB	1 876.93	0.6

3 小结与讨论

稻茬油菜田杂草以禾本科、石竹科为主，优势杂草种群为早熟禾，亚优势种群为看麦娘、繁缕。水稻田的长期淹水条件使土壤中的大部分旱生杂草种子失去生命力，只有喜湿或耐湿的杂草种子能够存活下来^[4]，因此，早熟禾、看麦娘等杂草在稻茬油菜田大量发生。

油菜播种后，土壤温度、水分条件等逐渐达到杂草适宜萌发的条件，土壤中的杂草成为现实的种

群^[14]。油菜播种 1 个月后，杂草密度达到高峰，随后密度逐渐下降。3 个月后杂草鲜重达冬前最高峰，这批杂草出苗量占油菜全生育期的 80% 左右，是造成油菜受杂草危害的主体，对油菜生长和产量的影响最大^[15]。越冬期间，受低温影响，部分杂草不能安全顺利越冬，甚至出现死亡，杂草鲜重有所下降。春季气温回升，降水丰富，杂草鲜重增加，形成春季出苗高峰，但油菜此时迅速致密冠层，杂草竞争力小而无法获得充足的光照和空间，因此，这批杂草出草量少，对油菜产量的影响相对较小^[16]。

喷施草铵膦 8 d 后，总杂草、禾本科杂草、阔叶类杂草鲜重防效均超过 90%，株防效均在 70% 左右；128 d 后，鲜重防效仍保持在 90% 左右，株防效均维持在 70% 左右，说明其杀草谱广、见效快、药效持续期长。油力 1+1 处理 16 d 后，总杂草、禾本科杂草、阔叶类杂草株防效才达到 50% 左右，32 d 后鲜重防效才接近 90%，64 d 后鲜重防效维持在 80%。在油菜高栽培密度下总杂草、禾本科杂草、阔叶类杂草株防效达 70% 左右，但在低栽培密度下却降至 30% 左右，这说明油力 1+1 的杀草谱广，但比草铵膦药效差、见效慢。施用盖草能 8 d 后，禾本科杂草鲜重防效、株防效均达到 80%，128 d 鲜重防效达到 90%，株防效达到 85% 左右，但对阔叶类杂草无防除效果，在油菜高密度时的总杂草鲜重防效一直保持在 50% 左右，株防效保持在 60% 左右，在低密度下总鲜重防效却为负值，可能是由于油菜密度的增加，能协同对杂草起到一定抑制效果，说明盖草能杀草谱窄、除草效果不稳定。人工除草费时费力除草效果不理想。

从产量水平来看,草铵膦处理在高低2种成苗密度条件下都表现稳定增产,增产幅度约8%;油力1+1处理在高密度下增产10.8%,低密度下增产3.7%,虽均表现增产,但不稳定;盖草能处理在高密度下增产12.1%,但在低密度下减产8.6%,极不稳定;人工除草增产0.6%,增产不明显。利用转 bar 基因油菜抗灭生性除草剂草铵膦的特性,通过喷施草铵膦,能最有效控制杂草发生,降低杂草对油菜的竞争,从而增加油菜产量,提高经济效益。

参考文献:

- [1] 张宏军,崔海兰,倪汉文,等.抗草铵膦转基因水稻品种的快速检测方法的比较[J].生物技术通报,2003,26(1):45-48.
- [2] 聂淑晶.转基因油菜转化事件特异性检测技术[D].武汉:中国农业科学院油料作物研究所,2008.
- [3] 薄慧杰.转基因油菜检测技术与环境安全性研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2006.
- [4] 赵延存.稻茬移栽油菜田杂草群落发生规律及其化学防除研究[D].南京:南京农业大学植物保护学院,2006.
- [5] 浦惠明,高建芹,戚存扣,等.油菜抗草丁膦性状的遗传与利用[J].江苏农业科学,2003,16(2):15-19.
- [6] 苏少泉.转基因抗除草剂油菜的创制与种植[J].农药,2006,45(5):293-297.
- [7] 张媛媛.抗除草剂 bar 基因导入小麦栽培品种的研究[D].合肥:安徽农业大学农学院,2004.
- [8] 郭宁.转 bar 基因小麦的抗性检测及其相关综合性状的研究[D].合肥:安徽农业大学农学院,2006.
- [9] 苏少泉.抗除草剂油菜在加拿大的发展[J].世界农业,2005,9:43-44.
- [10] 陈浩,陈社员,官春云,等.转 bar 基因油菜对非选择性除草剂草丁膦的抗性研究[J].作物研究,2010,24(3):160-163.
- [11] GB/T17980.45—2000 农药田间药效试验准则[S].
- [12] 中华人民共和国国务院.农业转基因生物安全管理条例及其配套规定[M].北京:中国法制出版社,2004.
- [13] 李俊凯,朱建强,艾天成,等.油菜田土壤水分与杂草发生特点及产量的关系研究[J].杂草科学,2002,24(1):14-17.
- [14] 魏有海,郭青云,冯俊涛,等.免耕沟播春油菜杂草发生规律及化学防除研究[J].西北农林科技大学学报,2010,38(2):184-190.
- [15] 张帆.丙酯草醚胁迫下油菜与大麦耐性机制及其生理信息的光谱模型构建[D].杭州:浙江大学农业与生物技术学院,2009.
- [16] 俞琦英,周伟军.油菜田的杂草发生特点及其防治研究概况[J].浙江农业科学,2010,12(1):123-127.

责任编辑:罗慧敏

英文编辑:张健