

高淋淋,黄金玲,陆秀红,等.堆肥提取液和发酵液对南方根结线虫的室内防治效果[J].江苏农业科学,2016,44(11):151-154.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.045

# 堆肥提取液和发酵液对南方根结线虫的室内防治效果

高淋淋<sup>1</sup>,黄金玲<sup>2</sup>,陆秀红<sup>2</sup>,刘志明<sup>1,2</sup>

(1.广西大学农学院,广西南宁 530005; 2.广西农业科学院植物保护研究所,广西南宁 530007)

**摘要:**将 6 种材料的堆肥提取液和发酵液分别进行根结线虫卵的抑制试验、2 龄幼虫毒杀试验和番茄种子发芽试验的室内测定。试验结果表明,堆肥提取液优于堆肥发酵液,堆肥提取液的 2 倍稀释液比其他稀释倍数效果好。其中处理 3、4、6 的 2 倍稀释液抑制卵孵化的作用最好,孵化率均为 0;其次是处理 5,孵化率为 4.05%。提取液 2 倍稀释液对 2 龄幼虫的毒杀效果最好,72 h 的死亡率为 82.92%;最后是处理 6,72 h 的死亡率为 76.22%。提取液 5 倍和 10 倍稀释液下效果较好,7 d 的孵化率分别为 2.20%、0,72 h 的死亡率分别为 81.67%、33.42%。在发酵液中,只有处理 6 在 2.5 倍稀释液下对卵孵化有较强的抑制作用,孵化率均为 0,48 h 对 2 龄幼虫的死亡率分别为 75.71%、78.80%,其他处理对卵的抑制作用和 2 龄幼虫的毒杀作用较差。堆肥发酵液的发芽指数比提取液的发芽指数高,其中处理 2、5、6 的发芽指数均大于 100%。

**关键词:**堆肥提取液;堆肥发酵液;南方根结线虫;室内测定

**中图分类号:**S432.4<sup>+</sup>5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)11-0151-03

根结线虫病是生产上较为严重的土传病害,该病害寄主范围广,几乎所有蔬菜都能遭其侵染,葫芦科、茄科、豆科、十字花科等蔬菜发生严重<sup>[1]</sup>。近年来随着产业结构的调整,蔬菜保护地的种植面积不断扩大。由于设施内土壤条件、栽培和管理措施等的特殊性,使根结线虫发病程度远重于大田<sup>[2]</sup>,截至 2004 年,中国因根结线虫病害对蔬菜危害的损失已达 30 亿元以上<sup>[3]</sup>。目前生产上主要采取化学药剂防治根结线虫病害,但这些化学药剂一般都是高毒高残留。近年来对植物提取液的研究较多,发现大豆荚壳提取液<sup>[4]</sup>、银胶菊叶和花提取液<sup>[5]</sup>、中草药提取液<sup>[6]</sup>等多种植物提取液均对根结线虫有良好的防治效果,也有人研究橄榄油废弃物提取液<sup>[7]</sup>和猪粪、茶叶渣堆肥提取液<sup>[8]</sup>防治根结线虫病害,但利用堆肥提取液和发酵液防治根结线虫病害的相关研究依然较少。笔者利用不同农业废弃物堆肥获得的提取液和发酵液对根结线虫进行一系列的室内测定,试图筛选出防治根结线虫效果较好的废弃物材料,并比较两者的差异。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 根结线虫卵悬浮液的制备 取自广西农业科学院植物保护研究所线虫研究室培养的已侵染根结线虫的番茄根系,用次氯酸钠法分离,反复冲洗后获得卵悬浮液。用移液枪吸取 100  $\mu$ L 卵悬浮液于计数皿中计数,重复 4 次获得的平均

数即为卵悬浮液的密度。

1.1.2 根结线虫 2 龄幼虫悬浮液的制备 于贝曼漏斗中加入一定量的水,使水漫过筛网,用移液枪将获得的卵悬浮液吸入筛网中。室温条件下每天从漏斗底端收集 2 龄幼虫。用移液枪吸取 100  $\mu$ L 2 龄幼虫悬浮液于计数皿中计数,重复 4 次获得的平均数即为 2 龄幼虫悬浮液的含虫量。

1.1.3 堆肥提取液的制备 分别将香蕉茎叶(处理 1)、甘蔗叶(处理 2)、蘑菇渣(处理 3)、水稻秸秆(处理 4)、玉米秸秆(处理 5)、茶麸(处理 6)6 种农业废弃物材料粉碎,取 30 kg 装入塑料桶(高 43 cm,直径 32 cm)中,加适量水使之湿润,常温下进行密封发酵。5 个月后,分别取发酵物与水以 1:2 进行提取,密封 7 d 后,用 4 层纱布过滤获得提取液,置于 4  $^{\circ}$ C 冰箱内保存备用,以此为原液进行室内测定。用同样的方法将发酵物与水以 1:10 进行提取,获得的提取液用于测定种子的发芽率和发芽指数。

1.1.4 堆肥发酵液的制备 分别将 6 种不同的发酵物加过量的水进行密封发酵,5 个月后,用 4 层纱布过滤获得发酵液,置于 4  $^{\circ}$ C 冰箱内保存备用,以此为发酵液的原液进行室内测定。10 倍稀释液用于测定番茄种子发芽率和发芽指数。

### 1.2 试验方法

1.2.1 堆肥提取液和发酵液对根结线虫卵的抑孵率测定 取 24 孔细胞培养板,每孔加入配好的不同浓度的堆肥提取液 1 mL,再加入等体积的根结线虫卵悬浮液,使每孔含 50 粒左右的卵和 2 mL 的液体,分别得到堆肥提取液的 2.5、10 倍稀释液。堆肥发酵液也作上述处理。每个处理设 4 次重复,以无菌水作为对照。用封口胶封好,记录处理当天每孔总卵数和已孵化的 2 龄幼虫数,置于 25  $^{\circ}$ C 恒温箱中,7 d 后记录孵化的 2 龄幼虫数,计算孵化率:孵化率=(孵化 2 龄幼虫数-初始 2 龄幼虫数)/卵的初始量 $\times$ 100%。

1.2.2 堆肥提取液和发酵液对根结线虫 2 龄幼虫的活性测定 取配好的不同浓度的堆肥提取液 1.5 mL 加入青霉素小

收稿日期:2015-09-02

基金项目:国家自然科学基金(编号:31460465);广西科技攻关项目(编号:桂科攻 1598006-5-11);广西农业科学院基金(编号:桂农科 2014GW10、2015YT43)。

作者简介:高淋淋(1991—),女,山东曲阜人,硕士,主要从事植物线虫病及其防治的研究。E-mail:15778085855@163.com。

通信作者:刘志明,硕士,研究员,主要从事植物线虫病及其防治的研究。E-mail:liu0172@126.com。

瓶中,再加入等体积的根结线虫 2 龄幼虫悬浮液,使每个小瓶含 150 条左右的 2 龄幼虫和 3 mL 的液体,分别得到堆肥提取液的 2、5、10 倍稀释液。堆肥发酵液也作上述处理。每个处理设 4 个重复,以无菌水作为对照。将不同处理放置于 25 ℃ 恒温培养箱中,并于 24、48、72 h 后分别取 1 mL 不同处理的线虫悬浮液镜检,统计死亡数,计算死亡率。采用清水刺激结合针刺法鉴别线虫的死活。

死亡率 = 死亡线虫数 / 处理线虫数 × 100%。

1.2.3 堆肥提取液和发酵液对番茄种子发芽指数的影响  
在灭过菌的培养皿中铺 1 张滤纸,分别于培养皿中加入上述按 1 : 10 提取的提取液 5 mL,均匀放入 20 粒饱满的番茄种子,每个处理 4 个重复,并以灭菌的蒸馏水作为空白对照。发酵液的也按上述方法进行操作。之后置于 25 ℃ 的恒温培养箱中,3 d 后统计发芽率并测定根长,计算发芽指数,每个处理 4 次重复。

种子发芽率 = 规定天数发芽的种子数 / 供试种子数 × 100% ;

发芽指数 = ( 处理平均发芽率 × 处理平均根长 ) / ( 对照发芽率 × 对照平均根长 ) × 100% 。

2 结果与分析

2.1 堆肥提取液和发酵液对根结线虫卵的孵化影响

2.1.1 堆肥提取液对根结线虫卵的孵化影响 从表 1 可以看出,处理 3、4、6 提取液的 2 倍稀释液抑制卵孵化的效果最好,孵化率均为 0;其次是处理 5,孵化率为 4.05% ;处理 1、2 抑制孵化的效果较差,孵化率分别为 33.52% 和 26.29%。除处理 1 在 5 倍稀释液下的孵化率较 2 倍稀释液下的孵化率低,其他处理均较 2 倍稀释液有所提高,但处理 6 抑制孵化的效果依然是最好的,孵化率仅为 2.20% ,其他处理的孵化率均在 20% 以上。10 倍稀释液下也是处理 6 的效果最好,孵化率为 0,其他处理的孵化率均较高。

表 1 不同稀释倍数堆肥提取液对根结线虫卵孵化的影响

处理	孵化率( % )		
	稀释 2 倍	稀释 5 倍	稀释 10 倍
1	33.52 ± 3.87a	28.38 ± 1.50ab	30.22 ± 2.15a
2	26.29 ± 0.94b	34.03 ± 2.15a	32.30 ± 2.79a
3	0c	30.57 ± 2.24ab	28.46 ± 1.25a
4	0c	20.62 ± 2.68c	33.35 ± 3.17a
5	4.05 ± 0.28c	25.57 ± 4.22bc	22.31 ± 2.27b
6	0c	2.20 ± 0.10d	0c
CK	31.11 ± 1.90ab	31.11 ± 1.90ab	31.11 ± 1.90a

注:表中数据为平均值 ± 标准误,数据后同列不同小写字母表示经 Duncan’s 新复极差法检测相互间差异显著( *P* < 0.05 ),下同。

2.1.2 堆肥发酵液对根结线虫卵的孵化影响 在堆肥发酵液对根结线虫卵孵化的试验中发现(表 2),在 2、5 倍稀释液下处理 6 抑制孵化的效果最好,孵化率均为 0。10 倍稀释液下,处理 6 的孵化率为 2.85% ,但依然较其他处理抑制卵孵化的效果好。

2.2 堆肥提取液和发酵液对根结线虫 2 龄幼虫毒杀作用的影响

2.2.1 堆肥提取液对根结线虫 2 龄幼虫的毒杀作用 从表

表 2 不同稀释倍数堆肥发酵液对根结线虫卵孵化的影响

处理	孵化率( % )		
	稀释 2 倍	稀释 5 倍	稀释 10 倍
1	24.87 ± 5.02a	31.78 ± 4.81a	35.02 ± 4.45a
2	33.10 ± 4.21a	36.56 ± 5.83a	23.88 ± 1.79b
3	25.38 ± 5.39a	28.45 ± 5.59a	38.58 ± 3.08a
4	22.07 ± 1.54a	36.33 ± 4.91a	31.68 ± 3.14ab
5	24.47 ± 2.62a	37.43 ± 4.21a	30.47 ± 1.00ab
6	0b	0b	2.85 ± 0.44c
CK	31.11 ± 1.90a	31.11 ± 1.90a	31.11 ± 1.90ab

3 可以看出,与对照相比,各处理的 2 倍稀释液对根结线虫 2 龄幼虫均有一定的毒杀作用,其中处理 3、4、5、6 在 24、48、72 h 的死亡率均在 50% 以上,除处理 3 在 72 h 后死亡率稍有下降外,其他处理的死亡率均有所提高。处理 4、5、6 的 2 倍稀释液在 72 h 的死亡率分别达到 68.80%、82.92%、76.22% ,处理 1、2 效果较差。

5 倍稀释液下,处理 6 在 24、48、72 h 对 2 龄幼虫的毒杀效果较好,死亡率分别为 68.25%、79.04%、81.67% ;其次是处理 3、4,但 72 h 后死亡率分别下降到 24.88% 和 4.97% ;处理 1、2、5 在 5 倍稀释液下对 2 龄幼虫的死亡率较低。

10 倍稀释液下只有处理 6 对根结线虫 2 龄幼虫有一定的毒杀作用,在 24、48、72 h 的死亡率分别为 60.46%、74.64% 和 33.42% ,表现出先上升后降低的情况;其他处理在 24、48、72 h 对 2 龄幼虫的毒杀作用均较差,72 h 后与对照无显著差异。

表 3 不同稀释倍数堆肥提取液对根结线虫 2 龄幼虫的毒杀作用

稀释倍数	处理	根结线虫 2 龄幼虫死亡率( % )		
		24 h	48 h	72 h
2	1	3.41 ± 1.18c	6.53 ± 1.41c	11.43 ± 1.72d
	2	3.92 ± 0.63c	8.89 ± 1.99c	11.59 ± 1.62d
	3	61.58 ± 3.85a	71.74 ± 3.82a	62.17 ± 5.50c
	4	50.92 ± 3.01b	56.27 ± 6.83b	68.80 ± 2.35bc
	5	68.71 ± 3.07a	71.51 ± 2.51a	82.92 ± 2.10a
	6	51.82 ± 4.55b	56.53 ± 1.97b	76.22 ± 3.02ab
	CK	0c	1.65 ± 0.96c	3.65 ± 1.23d
5	1	4.74 ± 0.49d	0d	0c
	2	0d	0d	2.86 ± 0.34c
	3	46.01 ± 1.26b	40.65 ± 4.97b	24.88 ± 7.14b
	4	50.92 ± 3.01b	24.19 ± 4.06c	4.97 ± 1.03c
	5	4.57 ± 0.91d	3.27 ± 0.12d	2.93 ± 0.15c
	6	68.25 ± 6.63a	79.04 ± 3.05a	81.67 ± 4.44a
	CK	0d	1.65 ± 0.96d	3.65 ± 1.23c
10	1	7.94 ± 1.07bc	9.32 ± 1.98b	7.80 ± 2.10b
	2	7.34 ± 1.22bc	12.17 ± 2.04b	7.25 ± 1.69b
	3	10.75 ± 3.41bc	13.86 ± 1.81b	5.69 ± 1.02b
	4	10.86 ± 3.58bc	14.25 ± 2.19b	6.44 ± 1.14b
	5	14.86 ± 3.48b	13.05 ± 2.73b	3.34 ± 1.15b
	6	60.46 ± 7.57a	74.64 ± 4.70a	33.42 ± 6.38a
	CK	0c	1.65 ± 0.96c	3.65 ± 1.23b

2.2.2 堆肥发酵液对根结线虫 2 龄幼虫的毒杀作用 由表 4 可知,在发酵液 2 倍稀释液下,处理 6 对 2 龄幼虫的毒杀效果最好,24、48、72 h 时 2 龄幼虫的死亡率分别为 70.51%、

75.71%、47.05%；其他处理在 24、48、72 h 的死亡率均在 20% 以下。

在发酵液 5 倍稀释液下,处理 6 在 24、48 h 的死亡率分别为 71.94% 和 78.80%,对 2 龄幼虫的毒杀效果最好,72 h 后死亡率下降到 30.25%；其次是处理 3、48、72 h 对 2 龄幼虫的死亡率分别为 31.38%、29.41%，且较 2 倍稀释液下的死亡率高。除处理 3 和处理 6 外,其他处理的 5 倍稀释液在相应的时间内与对照无显著差异。

在 10 倍稀释液下,处理 6 在 24、48、72 h 的死亡率分别为 20.51%、30.07%、16.43%，较 5 倍稀释液的死亡率有所下降,但仍比其他处理效果好。

表 4 不同稀释倍数堆肥发酵液对根结线虫 2 龄幼虫的毒杀作用

稀释 倍数	处理	根结线虫 2 龄幼虫死亡率(%)		
		24 h	48 h	72 h
2	1	2.04 ± 0.22bc	7.49 ± 1.46c	5.72 ± 1.47bc
	2	1.85 ± 0.23bc	10.13 ± 1.35c	8.63 ± 1.66bc
	3	6.87 ± 1.12b	16.37 ± 2.51b	15.48 ± 2.77b
	4	2.12 ± 0.10bc	9.26 ± 1.18c	5.70 ± 0.88bc
	5	2.73 ± 0.70bc	16.35 ± 1.59b	8.43 ± 2.77bc
	6	70.51 ± 4.51a	75.71 ± 2.60a	47.05 ± 6.48a
	CK	0c	1.65 ± 0.96c	3.65 ± 1.23c
5	1	2.58 ± 0.71b	7.81 ± 0.51c	3.23 ± 0.51b
	2	2.55 ± 0.73b	7.99 ± 1.66c	3.18 ± 0.71b
	3	2.17 ± 0.30b	31.38 ± 14.33b	29.41 ± 7.00a
	4	2.08 ± 0.12b	8.47 ± 1.14c	5.25 ± 1.10b
	5	1.92 ± 0.19b	12.95 ± 2.55c	4.55 ± 0.81b
	6	71.94 ± 2.08a	78.80 ± 5.62a	30.25 ± 5.22a
	CK	0b	1.65 ± 0.96c	3.65 ± 1.23b
10	1	0b	2.55 ± 0.55b	0b
	2	1.62 ± 0.10b	4.19 ± 0.69b	3.84 ± 0.81b
	3	0b	4.04 ± 1.28b	2.28 ± 0.47b
	4	0b	4.91 ± 1.71b	4.31 ± 0.92b
	5	2.63 ± 0.81b	5.53 ± 0.47b	4.58 ± 0.70b
	6	20.51 ± 3.11b	30.07 ± 6.19a	16.43 ± 3.07a
	CK	0b	1.65 ± 0.96b	3.65 ± 1.23b

2.3 堆肥提取液和发酵液对番茄种子发芽的影响

从表 5 可以看出,堆肥提取液各处理的发芽率较对照低,且处理间的发芽率无显著差异。处理 4 的发芽指数为 109.36%，说明处理 4 已完全腐熟；其次是处理 1、2、5,发芽指数均大于 50%，表明这 3 个处理基本腐熟；处理 3、6 的发芽指数最低,分别为 41.11%、20.87%。

表 5 堆肥提取液和发酵液对番茄种子发芽的影响

处理	堆肥提取液		堆肥发酵液	
	发芽率(%)	发芽指数(%)	发芽率(%)	发芽指数(%)
1	46.25 ± 8.26b	71.84 ± 12.83b	40.00 ± 2.89cd	66.02 ± 4.76cd
2	37.50 ± 6.29b	67.50 ± 11.32b	47.50 ± 7.50bcd	100.95 ± 15.94b
3	30.00 ± 5.77b	41.11 ± 7.91bc	33.75 ± 3.75d	50.93 ± 5.66d
4	46.25 ± 5.54b	109.36 ± 13.11a	55.00 ± 4.08abc	92.24 ± 6.85bc
5	36.67 ± 6.01b	57.92 ± 9.49b	58.33 ± 4.41ab	109.43 ± 8.27b
6	33.75 ± 3.75b	20.87 ± 2.32c	58.33 ± 1.67ab	157.58 ± 4.50a
CK	70.00 ± 5.00a		70.00 ± 5.00a	

堆肥发酵液处理 4、5、6 的发芽率均大于 50%，处理 3 的

发芽率最低,6 个处理的发芽指数均已达到 50% 以上,其中处理 2、5、6 的发芽指数已超过 100%，说明堆肥均已腐熟且其中含有某些促进种子发芽的物质。

3 结论与讨论

处理 3、4、5、6 提取液的 2 倍稀释液抑制根结线虫卵孵化的效果比处理 1、2 好。处理 6 在 2、5、10 倍稀释液下对根结线虫卵孵化都有很强的抑制作用,而其他各处理随着稀释倍数增加,抑制孵化的作用下降,说明处理 6 在稀释后仍保持较高活性。处理 3、4、5 需要在较高浓度下才能发挥作用,这与前人研究结果<sup>[9]</sup>相同。但发酵液除处理 6 有较好的抑制作用外,其他处理与对照相比效果均不显著,某些处理有促进卵孵化现象,说明堆肥发酵液抑制卵孵化的作用较堆肥提取液差。

在对 2 龄幼虫毒杀作用的试验中,处理 3、4、5、6 提取液的 2 倍稀释液在 24、48、72 h 内都表现出很强的毒杀作用。处理 4、5、6 的死亡率在 24、48、72 h 逐渐上升,对 2 龄幼虫的作用比较缓慢,需要一定的时间才能发挥作用,这与前人研究结果有所不同<sup>[10]</sup>。处理 3 在 72 h 后死亡率稍有降低,推测处理 3 对 2 龄幼虫可能为麻痹作用从而造成假死现象,72 h 后有所恢复。随着稀释倍数的增加,以上 4 个处理对 2 龄幼虫的毒杀活性表现出不同程度的下降,但处理 6 依然比其他处理效果要好,处理 1、2 的作用较差。发酵液中也是只有处理 6 效果最好,其他处理效果较差。相比之下,堆肥提取液对 2 龄幼虫的毒杀作用较堆肥发酵液好。

综上可以总结出,堆肥提取液在杀虫和抑孵方面均优于堆肥发酵液,猜测堆肥提取液中含有杀线虫和抑制卵孵化的物质,且浓度越大,有效含量越高,这与前人研究结果相同<sup>[9]</sup>。

从抑制卵孵化程度和对 2 龄幼虫毒杀效果来看,处理 3、6 效果比较显著,尤其是处理 6,效果比较稳定；其次是 2 倍稀释液下的处理 4、5,其中处理 4 对抑制卵的孵化方面优于处理 5,而处理 5 对 2 龄幼虫的毒杀作用方面强于处理 4；处理 1、2 在这两个方面均不突出。

种子发芽指数是衡量堆肥腐熟的重要指标。有研究表明,当种子发芽指数大于 50% 时可认为堆肥基本腐熟；当种子发芽指数大于 80% 时可认为堆肥已完全腐熟,不具有生物毒性<sup>[11-12]</sup>。在对种子发芽率和发芽指数的测定试验中,堆肥提取液比发酵液的发芽率略低,但发酵液的发芽指数远远大于提取液,尤其是处理 2、5、6 均超过 100%，说明发酵液中可能含有促进种子发芽的物质。提取液处理 3、6 抑制卵孵化和毒杀 2 龄幼虫的效果较好,但其发芽指数较低,对植物生长有一定抑制作用,生产中可改进施用方法,如提前施肥、减少用量或与其他材料混合施用等,以减轻提取液对植物生长的抑制。

参考文献:

[1]谷端银,王秀峰,魏 珉,等. 设施蔬菜根结线虫病发生严重的原因探讨[J]. 中国农学通报,2005,21(8):333-335.  
[2]张 博,王会利,慕立义. 蔬菜根结线虫的发生与防治[J]. 农药,2002,43(9):4-5.  
[3]董炜博,石延茂,李荣光,等. 山东省保护地蔬菜根结线虫的种类及发生[J]. 莱阳农学院学报,2004,21(2):106-108.

费云燕,盖钧镒,赵团结. 南京大豆田间耐草甘膦杂草的种类与特性鉴定[J]. 江苏农业科学,2016,44(11):154-156.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.11.046

# 南京大豆田间耐草甘膦杂草的种类与特性鉴定

费云燕, 盖钧镒, 赵团结

[南京农业大学大豆研究所/国家大豆改良中心/农业部大豆生物学与遗传育种重点实验室(综合)/  
作物遗传与种质创新国家重点实验室,江苏南京 210095]

**摘要:**抗草甘膦杂草对农业生产的经济及生态效益均有潜在的不利影响,我国相关研究较少,其种类分布及形成规律有待研究。对南京农业大学江浦农学站大豆试验地田间杂草对除草剂草甘膦耐性反应特点进行田间及室内形态鉴定。结果表明:有14种杂草对草甘膦存在耐性,耐性杂草各具特点,具有粗壮根茎、蜡质叶片等特性,其中铁苋菜等杂草种群大,不同个体存在从死亡到生长正常的不同变异;耐草甘膦紫菀植株衍生后代室内鉴定并不耐草甘膦,其田间抗药性可能与植株形态有关。说明杂草可通过植株形态、内在遗传基础等应对除草剂草甘膦的逆境。一些耐性杂草种群个体间的抗性反应存在明显变异,长期选择下可能成为抗性杂草。耐性杂草苗期抗性最弱,是杂草防除最佳时期。

**关键词:**草甘膦;耐性杂草;适应机制;防治策略;种类;特性;鉴定

**中图分类号:** S451.22<sup>+</sup>4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)11-0154-03

杂草作为一种生命力极强的生物,不仅与作物竞争各种水、肥、热等资源,还可能因携带各种病菌甚至有害物质而使作物受害<sup>[1-4]</sup>,其每年给全球造成的经济损失达上千亿美元<sup>[5]</sup>。草甘膦作为灭杀性、广谱性有机磷类除草剂,几乎可以控制所有的杂草,尤其对恶性杂草有很好的防除效果。转基因作物的大量种植使其进一步成为最为广泛的除草剂<sup>[6-8]</sup>,但近年来大量使用,使抗草甘膦杂草不断出现,黑麦草、白酒草、藜(*Chenopodium album* L.)等抗性杂草进化出各种不同的适应方式应对草甘膦逆境。抗性杂草不断出现会导致更多除草剂的使用,形成恶性循环,污染环境,有些杂草可能还需要额外的人工除草,造成农业投入增加,成为农业生产中不可忽视的问题。虽然我国还没有种植抗草甘膦作物,

但一些免耕地、茶园等普遍大量使用草甘膦进行杂草防除<sup>[9]</sup>,因此了解我国农田杂草对草甘膦的抗耐性有助于更好地防治杂草、提高农业生产效率。南京地处长江中下游,该地杂草种类繁多,吴加军研究发现该地有野麦草、马唐、芦苇等161种植物对草甘膦有耐性<sup>[9]</sup>。本试验在对南京地区水稻—小麦—大豆轮作农田耕作系统中田间(路边)杂草对草甘膦耐性调查鉴定基础上,进一步研究草甘膦处理下具有抗性的杂草铁苋菜、紫菀的生长与繁育特点,为深入了解抗性杂草产生机制和制定草甘膦有效使用规程提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 南京地区水旱轮作农田系统耐草甘膦杂草的鉴定

2012年5、8月分别对南京农业大学江浦农场(32.05°N、118.62°E)大豆试验田路边的杂草进行草甘膦喷洒处理。使用的药剂为41%草甘膦异丙胺盐水剂(商品名为草甘膦),按推荐浓度3 L/hm<sup>2</sup>,采用手持式喷雾器进行处理,处理总面积约2 000 m<sup>2</sup>。喷雾时多数杂草处于营养生长期,施药1周后对整个处理区域进行全面调查,施药2周后进行复查。记录杂草存活情况及植株形态,叶片绿色、植株基本正常的定为存活,种群中有10%以上存活的为耐性杂草。对存活杂草进行拍照记录,根据图片和记录的特征特性利用《江苏植物志》和

收稿日期:2015-10-08

基金项目:转基因生物新品种培育重大专项(编号:2014ZX08004001-010);长江学者和创新团队发展计划(编号:PCSIRT13073);江苏省现代作物生产协同创新中心项目(编号:JCIC-MCP)。

作者简介:费云燕(1987—),女,江苏江阴人,博士研究生,主要从事分子遗传育种研究。E-mail:2010101158@njau.edu.cn。

通信作者:赵团结,教授,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail:tjzhao@njau.edu.cn。

[4]张楠,赵卫星,孙治强,等. 抑杀南方根结线虫的植物活性提取液的筛选[J]. 甘肃农业大学学报,2008,43(4):87-90.

[5]苏秀荣,谢宁,张纪龙,等. 银胶菊叶和花提取物对南方根结线虫的毒杀活性比较[J]. 植物资源与环境学报,2012,21(1):77-82.

[6]张敏,苏康宇,刘晟,等. 中草药提取液对黄瓜苗期杀根结线虫的活性研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(23):12785-12789.

[7]Cayuela M L, Millner P D, Meyer S L F, et al. Potential of olive mill waste and compost as biobased pesticides against weeds, fungi, and nematodes[J]. Science of the Total Environment, 2008, 399(1): 11-18.

[8]朱开建,王博,方文珍,等. 堆肥浸提物和堆肥茶抑制爪哇根结

线虫的盆栽试验[J]. 长江大学学报:自然科学版,2006,3(1): 116-118,122.

[9]漆永红,曹素芳,吕和平,等. 不同药剂对南方根结线虫卵孵化及2龄幼虫活性的影响[J]. 西北农业学报,2011,20(9):184-189.

[10]方治,彭德良,李建洪. 3株真菌发酵液对番茄根结线虫的防治效果[J]. 华中农业大学学报,2010,29(4):440-443.

[11]Zucconi F, Pera A, Forte M, et al. Evaluating toxicity of immature compost[J]. Biocycle, 1981, 22(2):54-57.

[12]谷将. 牛粪木渣高温堆肥发芽指数的研究[J]. 农业装备技术,2006,32(4):41-42.