

4种除草剂处理土壤对烟草向日葵列当的防治效果及其安全性评价

杨丽娜, 苏光耀, 高洁, 卢宝慧, 王雪

(吉林农业大学植物保护学院, 长春 130118)

摘要:【目的】明确4种除草剂处理土壤对烟草向日葵列当的防治效果,并评价其对烟草安全性。【方法】通过田间小区试验,在烟草移栽前采用土壤喷雾处理的方法,比较4种除草剂不同施用剂量对烟草向日葵列当的防治效果及药害发生情况。【结果】4种药剂不同施药剂量对烟草向日葵列当的防治效果及药害发生情况存在一定差异,其中72%异丙甲草胺乳油防治效果最好,药害较轻,且后期可以恢复,在4种试验剂量下,收获前对烟草向日葵列当的平均株防效在65.40%~77.21%,鲜重防效在58.88%~83.28%,以150 mL/667 m²施用剂量防治效果最好,收获前平均株防效和鲜重防效分别达77.21%和83.28%,125 mL/667 m²和100 mL/667 m²剂量防治效果次之。【结论】筛选出可用于防治烟草向日葵列当且对烟草相对较为安全的除草剂72%异丙甲草胺乳油,在烟草移栽前进行土壤封闭处理,推荐施用剂量为125~150 mL/667 m²。

关键词:烟草;除草剂;向日葵列当;土壤处理;防治效果;安全性

中图分类号:S453;S451.2

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2022)06-0080-05

Control Effect and Safety Evaluation of Four Herbicides with Soil Treatment on *Orobanche cumana* in Tobacco Field

YANG Lina, SU Guangyao, GAO Jie, LU Baohui, WANG Xue

(College of Plant Protection, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: To determine the control effect of four herbicides with soil treatment against *Orobanche cumana* and evaluate their safety to tobacco. Field plot assay were carried out to compare the control effect and the risk of damage about four herbicides with soil treatment against *O. cumana*. There were significant different control effects of four herbicides against *O. cumana* at different doses, among them, metolachlor 72% EC has the best control effect and the less injury which can be recovered at the later stage of tobacco. The average plant and fresh weight control effect in four doses of metolachlor before harvest were from 65.40% to 77.21%, and from 58.88% to 83.28%, the average plant and fresh weight control effect of metolachlor at the dose of 150 mL/667 m² were the best, which were as 77.21% and 83.28%, respectively, followed by those at 125 mL/667 m² and 100 mL/667 m². Metolachlor 72% EC can be used to control *O. cumana* by soil treatment before tobacco seedling transplanting at the doses from 120 mL/667 m² to 150 mL/667 m².

Key words: Tobacco; Herbicides; *Orobanche cumana*; Soil treatment; Control effect; Safety

烟草(*Nicotina tabacum* L.)是茄科一年生草本植物,是制造香烟的主要原材料,在我国南北方17个省广泛栽培。种植和销售烟草既是脱贫攻坚的重要举措,同时也是国家税收的重要组成部分。烟草生产常受到多种有害生物的侵袭,烟草向日葵列当(*Orobanche cumana*)就是其中一

种对烟草为害较重的一年生寄生性恶性杂草,其种子微小,极易附着在烟草种子上传播,也会随气流、雨水等传播,是我国对内对外检疫对象^[1-2]。列当与烟草建立寄生关系后,烟草常表现出叶片变脆变薄、植株矮化的现象,产量和质量也明显下降,列当的发生给烟草产业造成严重的经济损失,且危害逐年加重,分布也逐渐广泛^[3]。在生产中常采用轮作倒茬、人工拔除、植物检疫、土壤处理、利用微生物防治、种植诱捕作物及抗列当育种等措施进行防治,但这些措施常常存在防治效果不理想、成本较高、对烟草生长影响较大等问

收稿日期:2020-03-27

基金项目:中国烟草总公司吉林省公司烟草绿色防控重大专项(2017220000270029)

作者简介:杨丽娜(1981-),女,实验师,硕士,从事植物病害综合治理研究。

题。因此,找到对烟草安全且对列当防治效果显著的手段在烟草生产中十分迫切^[4-10]。化学防治由于其施用方法简单、防治效果显著等特点被广泛应用。在烟苗移栽后2~4周列当出土后喷施0.1%~0.2%烯丙基乙醇对防治列当有效,同时溴甲烷可使土壤中的种子失去活性而不能萌发^[11-12]。在芽前芽后两种类型的除草剂中筛选出对烟草向日葵列当防治效果较好的除草剂精喹禾灵和烯禾啶,防治效果为55%^[13]。“乐果”等8种化学药剂对烟田列当的防治效果以氟乐灵防治效果最好,列当寄生率平均为22.6%^[14]。选用7种不同除草剂及其组合进行防治向日葵列当化学药剂的筛选,供试药剂中以33%二甲戊灵和48%氟乐灵防治效果最好,可达90%^[15]。二甲戊灵、精异丙甲草胺和氟乐灵对烟草向日葵列当的防效较好,均为60%,但前期3种药剂对烟草均有药害,其中二甲戊灵药害最重,其次是精异丙甲草胺和氟乐灵^[16]。综合前人的筛选结果,二甲戊灵和氟乐灵对烟草向日葵列当有较好的防治效果,但二者对烟草均产生较为严重的药害,影响其健康生长^[17]。因此,烟草生产上急需筛选出效果较好且药害较小的药剂。为此本研究选取在烟草上已经登记的4种用于土壤处理的除草剂,探究其对烟草向日葵列当的防治效果及其在烟草上安全性,以期对烟草向日葵列当的防除筛选出有效药剂,为烟草产业的健康可持续发展提供技术支撑。

1 材料与方 法

1.1 试验地概况

试验地设在吉林省大安市红岗乡烟叶基地,前茬作物为烟草,地力均匀,列当发生较重,栽培条件、田间管理与生产上一致。

1.2 试验材料

供试作物:烟草品种NC102。

供试药剂:50%敌草胺可湿性粉剂(WP)(简称敌草胺),江苏快达农化股份有限公司;80%异噁·异丙甲乳油(EC)(简称异噁·异丙甲),山东滨农科技有限公司生产;960 g/L精异丙甲草胺乳油(EC)(简称精异丙甲草胺),瑞士先正达作物保护有限公司生产;72%异丙甲草胺乳油(EC)(简称异丙甲草胺),贵州遵义全通化工有限公司生产。

1.3 试验处理及设计

4种除草剂依据在烟草上登记推荐的剂量分别设置低、中、高及中剂量的2倍量,共4个剂量,另设空白对照(CK),共17个处理,每个处理3次

重复,采用随机区组设计,小区面积30 m²。施药方法为烟苗移栽前15 d土壤喷雾处理1次,施药器械为山东卫士牌喷雾器,采用扇形喷头,兑水量为60 L/667 m²。除草剂施用剂量见表1。

表1 各除草剂的施用剂量

编号	药剂	制剂用药量 (g或mL/667 m ²)	有效成分用药量 (g.a.i./hm ²)
1	50%敌草胺可湿性粉剂	150	1 125
		200	1 500
		250	1 875
		400	3 000
2	80%异噁·异丙甲乳油	80	960
		90	1 080
		100	1 200
		180	2 160
3	960 g/L精异丙甲草胺乳油	40	576
		57.5	828
		75	1 080
		115	1 656
4	72%异丙甲草胺乳油	100	1 080
		125	1 350
		150	1 620
		250	2 700
5	清水对照	-	-

1.4 调查内容、标准及统计分析方法

1.4.1 防效调查

列当于6月30日出土,分别在清水对照小区列当刚刚出土后、列当出土后15 d、列当出土后30 d、列当出土45 d及收获前进行调查。采用全小区调查的方法,调查并记录列当出土数量,烟叶收获时同时对每小区的列当称鲜重。根据以下公式计算株防效和鲜重防效:

$$\text{株防效}(\%) = \frac{\text{对照列当株数} - \text{处理列当株数}}{\text{对照列当株数}} \times 100$$

$$\text{鲜重防效}(\%) = \frac{\text{对照列当鲜重} - \text{处理列当鲜重}}{\text{对照列当鲜重}} \times 100$$

1.4.2 药害调查

于5月27日进行药害调查,调查方法参考国家标准(除草剂防治烟草田杂草)^[18],根据烟株实际矮化情况进行分级,分级标准如下:0级,无药害,整体长势健壮;1级,烟苗矮化20%以下;3级,烟苗矮化20%~40%;5级,烟苗矮化40%~60%;7级,烟苗矮化60%~80%;9级,整株受药害严重,矮化80%以上甚至死亡。根据以下公式计算药害指数:

药害指数(%) = $\Sigma[(\text{级数} \times \text{该级株数}) / (\text{最高级数} \times \text{总株数})] \times 100$

1.4.3 数据分析

利用 Excle 2010 进行试验数据整理, 利用 DPS V6.55 软件分析试验数据, 差异显著性检验用 Duncan 新复极差法。

2 结果与分析

2.1 不同除草剂处理土壤对烟草向日葵列当的防除效果

4 种除草剂处理土壤后, 在调查的 5 个时期, 对烟草向日葵列当均有一定的防治效果。列当刚出土时, 异噁·异丙甲防治效果较差, 敌草胺、异丙甲草胺、精异丙甲草胺表现出较好的防治效果, 但由于列当刚出土时数量较少, 防治效果存在一定的偶然性。随着出土数量的变化, 防治效果发生变化, 在列当出土 15 d 时, 异丙甲草胺的株防治效果最好, 达 63.98%~87.51%, 防治效果随施用剂量的增加而提高, 其次是异噁·异丙甲, 平

均株防效在 58.92%~81.59%, 敌草胺和精异丙甲草胺只有在高剂量下有较好的防治效果(表 2)。在列当出土 30 d 和 45 d 时, 同种药剂在相同剂量下防效变化较小, 各药剂中以异丙甲草胺防治效果最好, 其次是异噁·异丙甲和精异丙甲草胺, 敌草胺在低剂量下防治效果不理想, 中剂量的 2 倍量下防治效果为 60%(表 3)。从烟草收获前的调查结果来看, 4 种除草剂中仍然是以异丙甲草胺防治效果最好, 平均株防效在 65.40%~77.21%, 平均鲜重防效在 58.88%~83.28%, 其中以 150 mL/667 m² 的剂量施用效果最佳, 平均株防效和平均鲜重防效分别为 77.21% 和 83.28%, 125 mL/667 m² 和 250 mL/667 m² 剂量下次之; 异噁·异丙甲平均株防效为 56.88%~70.06%, 平均鲜重防效为 59.27%~74.16%; 敌草胺平均株防效为 37.37%~64.22%, 平均鲜重防效为 25.43%~53.58%, 精异丙甲草胺平均株防效为 41.30%~54.98%, 平均鲜重防效为 27.17%~68.94%(表 4)。

表 2 不同除草剂对烟草向日葵列当的防治效果(列当刚出土、出土 15 d)

%

处理	株防效(刚出土)			平均株防效	株防效(出土 15 d)			平均株防效
	I	II	III		I	II	III	
1-(1)	50.00	66.67	66.67	61.11abc	46.67	16.67	69.23	44.19abc
1-(2)	75.00	100.00	33.33	69.44abc	22.22	16.67	34.62	24.50c
1-(3)	75.00	66.67	66.67	69.45abc	71.11	0.00	11.54	27.55bc
1-(4)	100.00	100.00	66.67	88.89ab	77.78	58.33	50.00	62.04abc
2-(1)	75.00	33.33	33.33	47.22abc	82.22	29.17	65.38	58.92abc
2-(2)	50.00	66.67	0.00	38.89abc	71.11	4.17	80.77	52.02abc
2-(3)	0.00	0.00	33.33	11.11c	77.78	70.83	96.15	81.59ab
2-(4)	0.00	33.33	100.00	44.44abc	82.22	83.33	65.38	76.89abc
3-(1)	25.00	100.00	66.67	63.89abc	55.56	100.00	0.00	51.85abc
3-(2)	100.00	0.00	0.00	33.33bc	48.89	83.33	53.85	62.02abc
3-(3)	50.00	66.67	100.00	72.22ab	71.11	4.17	0.00	25.09c
3-(4)	100.00	100.00	100.00	100.00a	73.33	100.00	38.46	70.60abc
4-(1)	100.00	66.67	100.00	88.89ab	71.11	70.83	50.00	63.98abc
4-(2)	100.00	100.00	66.67	88.89ab	93.33	100.00	34.62	75.98ab
4-(3)	25.00	100.00	100.00	75.00ab	97.78	75.00	84.62	85.80a
4-(4)	75.00	66.67	66.67	69.45abc	95.56	70.83	96.15	87.51a

注: 同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$), 下同

表 3 不同除草剂对烟草向日葵列当的防治效果(出土 30 d、45 d)

%

处理	株防效(出土 30 d)			平均株防效	株防效(出土 45 d)			平均株防效
	I	II	III		I	II	III	
1-(1)	28.57	0.00	73.91	34.16ab	51.49	46.43	62.50	53.47ab
1-(2)	20.63	14.71	43.48	26.27ab	55.45	48.21	42.50	48.72ab
1-(3)	68.25	0.00	15.22	27.82ab	81.19	30.17	22.50	44.62ab
1-(4)	74.60	38.23	60.87	57.90ab	79.21	66.07	45.00	63.43ab

续表3

处理	株防效(出土30 d)			平均株防效	株防效(出土45 d)			平均株防效
	I	II	III		I	II	III	
1-(4)	74.60	38.23	60.87	57.90ab	79.21	66.07	45.00	63.43ab
2-(1)	84.13	20.59	56.52	53.75ab	88.12	51.79	50.00	63.30ab
2-(2)	60.32	0.00	78.26	46.19ab	77.23	26.79	60.00	54.67ab
2-(3)	74.60	67.65	95.65	79.30ab	79.21	71.43	57.50	69.38ab
2-(4)	74.60	79.41	73.91	75.97ab	75.25	69.65	42.50	62.47ab
3-(1)	57.14	97.06	0.00	51.40ab	68.32	83.92	0.00	50.75ab
3-(2)	31.75	79.41	52.17	54.44ab	45.54	73.21	42.50	53.75ab
3-(3)	68.25	0.00	0.00	22.75b	82.18	67.86	5.00	51.68ab
3-(4)	63.49	94.12	43.48	67.03ab	56.44	21.43	30.00	35.96b
4-(1)	66.67	70.59	58.70	65.32ab	80.20	80.36	52.50	71.02a
4-(2)	92.06	94.12	43.48	76.55ab	87.13	78.57	45.45	70.38a
4-(3)	95.24	67.65	78.26	80.38ab	88.12	69.64	67.50	75.09a
4-(4)	92.06	61.67	93.48	82.43a	92.08	67.86	55.00	71.65a

表4 除草剂对烟草向日葵列当的株防效和鲜重防效(收获前)

%

处理	株防效			平均株防效	鲜重防效			平均鲜重防效
	I	II	III		I	II	III	
1-(1)	55.17	52.86	66.67	58.33ab	25.77	50.52	0.00	25.43de
1-(2)	56.90	52.86	45.83	52.76ab	69.89	42.27	38.32	50.16abcde
1-(3)	81.03	18.57	12.50	37.37ab	78.29	13.40	44.86	45.52abcde
1-(4)	77.59	67.14	47.92	64.22ab	76.89	7.22	76.64	53.58abcde
2-(1)	76.72	31.43	62.50	56.88ab	88.10	68.04	66.36	74.16a
2-(2)	88.79	55.71	54.17	66.22ab	85.29	62.89	48.60	65.59ab
2-(3)	77.59	74.29	58.33	70.06ab	82.29	50.52	61.68	64.83abc
2-(4)	75.00	75.71	50.00	66.90ab	48.18	67.01	62.62	59.27abcd
3-(1)	66.38	85.71	0.00	50.70ab	84.59	97.94	24.30	68.94ab
3-(2)	9.48	75.71	47.92	44.37ab	29.27	76.29	30.84	45.47abcde
3-(3)	81.03	42.86	0.00	41.30ab	34.17	16.49	30.84	27.17cde
3-(4)	62.07	82.86	25.00	54.98ab	73.39	87.63	42.06	67.69ab
4-(1)	81.03	64.29	52.08	65.80ab	53.78	77.53	78.50	69.94ab
4-(2)	86.21	80.00	30.00	65.40ab	86.69	80.41	78.50	81.87a
4-(3)	87.93	72.86	70.83	77.21a	93.00	78.35	78.50	83.28a
4-(4)	92.24	72.86	58.33	74.48a	72.69	42.27	61.68	58.88abcd

2.2 4种除草剂土壤处理对烟草的安全性

施用土壤处理的除草剂后,初期烟草长势与对照相比有一定的矮化现象,但并未出现黄化、退绿、皱缩等症状,随着烟草的生长,药害逐渐消失,各处理烟苗长势与对照相比无差异,未受到除草剂影响。根据实际矮化情况进行药害调查。从5月27日(施药25 d)调查结果来看(表5),使用除草剂处理土壤后,均出现不同程度的药害,且随着施药剂量的增加药害指数也逐渐加大。试验中所选药剂中以精异丙甲草胺药害最重,不同浓度的平均药害指数为38.92%~43.21%,异丙甲

草胺药害指数最低,各处理平均药害指数为15.07%~40.02%,敌草胺对烟草的生长影响较小,平均药害指数为15.23%~42.28%。整体上看,随着各除草剂浓度的增加,药害指数逐渐增大,各药剂均以高剂量和中剂量2倍量处理药害最为严重。

3 结论与讨论

3.1 结论

72%异丙甲草胺乳油对当烟草向日葵列当防治效果稳定,对烟草造成的药害最小,且在后期完全恢复,总体来说没有不良影响,土壤处理可结

表5 各除草剂药害指数

处理	药害指数(%)			平均药害 指数(%)	差异显著性 (5%)
	I	II	III		
1-(1)	10.77	8.01	26.92	15.23	c
1-(2)	15.93	8.01	27.70	17.21	abc
1-(3)	29.63	28.40	3.10	20.38	abc
1-(4)	14.47	55.95	56.43	42.28	ab
2-(1)	24.44	17.99	19.58	20.67	abc
2-(2)	12.92	22.31	46.70	27.31	abc
2-(3)	14.29	10.85	29.63	18.26	abc
2-(4)	34.39	9.30	48.98	30.89	abc
3-(1)	29.97	59.90	26.87	38.92	abc
3-(2)	33.33	41.09	42.64	39.02	abc
3-(3)	32.04	61.90	28.68	40.87	abc
3-(4)	33.07	68.13	28.42	43.21	a
4-(1)	6.20	20.41	18.60	15.07	c
4-(2)	16.02	10.85	29.72	18.86	abc
4-(3)	19.12	13.33	26.02	19.49	abc
4-(4)	35.40	38.24	46.43	40.02	abc

合防除其他杂草进行,一举多得,综合考虑推荐在烟苗移栽前以 125~150 mL/667 m² 的剂量土壤喷施 72% 异丙甲草胺乳油 1 次。

3.2 讨论

不同类型的除草剂由于其作用机理不同,其对烟草向日葵列当的防治效果存在差异^[19-20]。综合筛选结果,二甲戊灵和氟乐灵具有较好的防治效果,两种药剂在 3.75 L/hm² 剂量下防效在 60% 以上^[14-16],本试验中异丙甲草胺在 1.5~3.75 L/hm² 的施用剂量下株防效均大于 65%,同时有较好的鲜重防效。本研究考虑到二甲戊灵和氟乐灵对烟草的药害较重,另外二甲戊灵作为抑芽剂在烟草上已登记,在烟草上普遍使用,如果再作为除草剂防除列当其在烟草上的残留也会增加,氟乐灵常用于大豆田和棉花田防除一年生禾本科杂草和部分阔叶杂草,而其并未在烟草上登记,所以未选用这两种药剂作为本次试验的药剂。本研究选用异丙甲草胺主要考虑前期报道其对列当有较好的防治效果,其在烟草上登记防治一年生杂草,结果表明精异丙甲草胺对烟草向日葵列当的防治效果不理想,且药害指数最高,和徐玮等报道结果不尽相同^[16],因此不推荐精异丙甲草胺作为烟草上防除列当的有效药剂,考虑到其药害较重也不推荐其作为防除一年生杂草的主要药剂。本研究中未选用茎叶处理剂,主要考虑烟草移栽后生长迅速,在列当出土时烟叶已覆盖周围的土壤表

面,不利于施药,且其只能杀死列当的出土部分,对地上部分没有效果。

异丙甲草胺作为一种土壤处理除草剂,在花生、玉米、大豆、高粱、西瓜、棉花、油菜、马铃薯、向日葵、甜菜、西葫芦等作物上广泛应用,且其应用年限较长,效果稳定,能够防除如稗草、狗尾草等一年生禾本科杂草^[21-22]。在烟田施用异丙甲草胺防治烟草向日葵列当,不仅能够有效减少列当出土数量和列当种子存活数量,还能有效防治烟田一年生禾本科杂草,实现一药多防,同时,由于其可用于多种作物的田间杂草防治,在其他作物上安全的特点,增大与烟草轮作作物种类选择范围,促进烟草和其他作物的合理轮作,有利于烟草的绿色可持续发展。虽然异丙甲草胺对烟草也有药害,但从试验 4 种药剂看其药害指数最小,且后期能恢复。另外已报道的对烟草向日葵列当有一定效果的除草剂对烟草均产生不同程度的药害,这可能与烟草本身对除草剂敏感有关,其具体机制有待于进一步研究。

近年来,农业农村部对小宗作物病虫害防控的重视程度加大,在烟草向日葵列当的防治方面,下一步也可以在新药筛选、不同防控技术手段上继续做进一步的研究,比如在烟草向日葵列当出土前进行防控及采用与春玉米进行轮作等手段。同时,可以进行对烟草向日葵列当与其他烟草上的病虫害一体化防控的研究,最大限度地节约成本,增加产值。

参考文献:

- [1] 孔令晓,王连生,赵聚莹,等.烟草及向日葵列当 *Orobanche cumana* 的发生及其生物防治[J].植物病理学报,2006,36(5):466-469.
- [2] 吴海荣,强胜.检疫杂草列当(*Orobanche L.*)[J].杂草科学,2006,26(2):58-60.
- [3] 王凤龙,王劲波,钱玉梅,等.烟草上列当研究现状[J].植保技术与推广,1998,18(3):35-36.
- [4] 李欢欢.布尔津县向日葵列当发生规律与预防措施[J].新疆农业科技,2017,33(3):48.
- [5] 王恺,李朴芳,余蕊,等.我国新疆焉耆垦区作物轮作种植模式防除列当的有效性研究[J].中国生物防治学报,2019,35(2):272-281.
- [6] 程乐强,王晓波.糠醛渣改良土壤防治烟草列当[J].中外企业家,2012(16):96,110.
- [7] 马永清,张维,董淑琦,等.传统中草药浸提液对 3 种列当种子萌发的诱导作用[J].中国科学:生命科学,2012,42(4):304-315.
- [8] 陈德鑫,孔凡玉,许家来,等.烟草上列当的发生与防治措施研究进展[J].植物检疫,2012,26(6):49-53.

(3)在糖化实验阶段,秸秆降解菌 *Bacillus* sp. JG11 降解秸秆中的纤维素,形成小分子物质,使发酵液中的 TOC 含量增加,絮凝阶段提供了微生物生长所需碳源,有效降低生物絮凝剂生产成本。本研究通过补加适量的氮源,调整发酵液碳氮比,确定了絮凝菌生长最优条件,当秸秆糖化液补加氮源 0.5 g/L 酵母膏时,灭菌处理组絮凝率表现最佳为 91.4%。最后,利用无水乙醇法提取了棕色絮凝物质,获得率为 11%。

参考文献:

- [1] 王润沛,单爱琴,李 达,等. 1 株微生物絮凝剂产生菌培养条件优化及污泥调理研究[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(7): 319-321.
- [2] 马 放,刘俊良,李淑更,等. 复合型微生物絮凝剂的开发[J]. 中国给水排水, 2003, 19(4): 1-4.
- [3] 李立欣,刘婉萌,马 放. 复合型微生物絮凝剂研究进展[J]. 化工学报, 2018, 69(10): 4139-4147.
- [4] 吴大付,李东方,任秀娟,等. 微生物絮凝剂的生产工艺及絮凝效果研究[J]. 广东农业科学, 2010, 37(1): 88-91.
- [5] 巩彧玄,高星爱,王 鑫,等. 分离、筛选和鉴定猪场污水污染物降解微生物及应用效果分析[J]. 东北农业科学, 2020, 45(1): 99-103.
- [6] 章沙沙,柳增善,周红梅,等. 微生物絮凝剂研究及在污水领域的应用现状[J]. 环境保护科学, 2022, 48(1): 74-80.
- [7] 王 真,刘 祎. NH₄ 产絮凝剂菌利用猪场废水廉价培养基的制备[J]. 环保科技, 2010, 16(3): 39-42.
- [8] 张艳君,张志强,戴晓晴,等. 微生物絮凝剂廉价制备的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(1): 434-436.
- [9] 王 丽,苏欣颖,刘丽红,等. 同步代谢戊糖、己糖产絮菌的选育[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2015, 47(6): 50-53.
- [10] 李大鹏. 以秸秆和谷氨酸废液制取生物絮凝剂及其净水效能研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2010.
- [11] 陆静超,阎灵均,李大鹏,等. 秸秆资源化制取生物絮凝剂[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2009, 25(1): 161-164.
- [12] 周英勃. 微生物絮凝剂产生菌的廉价培养基研究及应用[D]. 太原: 中北大学, 2017.
- [13] 高星爱,李 莉,赵新颖,等. 纤维素分解微生物复合菌剂降解固态物料特性研究[J]. 东北农业大学学报, 2014, 45(12): 71-76.
- [14] Miller G L. The use of dinitrosalicylic acid reagent for the determination of reducing sugars[J]. Analytical Chemistry, 1959, 31: 426-428.
- [15] 张鲁新,鲁 陈,李吕木,等. 产絮凝剂菌种的筛选及其在猪场污水净化中的应用[J]. 农业工程学报, 2017, 33(20): 250-256.
- [16] 何晶晶,方文娟,吕 凡,等. 乙酸常温预处理对木质纤维素厌氧消化的影响[J]. 中国环境科学, 2008, 28(12): 1116-1121.
- [17] 马 放,张惠文,李大鹏,等. 以稻草秸秆为底物制取复合型生物絮凝剂的研究[J]. 中国环境科学, 2009, 29(2): 196-200.
- [18] 曾 苏,陈晓平,李南华,等. 微生物絮凝剂生产菌 T1 的鉴定及其对生活污水絮凝特性[J]. 环境化学, 2015, 34(3): 578-583.
- [19] 高星爱,王 鑫,解 娇,等. 低温秸秆降解复合微生物菌剂的研究进展[J]. 生物技术通报, 2020, 36(4): 144-150.
- [20] 邵承斌,敖黎鑫,思显佩,等. 猪粪水培养絮凝剂产生菌的研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2011, 36(1): 142-147.
- [21] 陈 成,刘人荣,夏 祥,等. 高效生物絮凝剂产生菌的筛选及培养优化[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(6): 52-54, 61.
- [22] 朱艳彬,马 放,杨基先,等. 絮凝剂复配与复合型絮凝剂研究[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2010, 42(8): 1254-1258.

(责任编辑:王丝语)

(上接第 84 页)

- [9] 邸 娜,崔 超,王 靖,等. 利用诱捕作物防除向日葵列当的研究现状及展望[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(21): 8.
- [10] 牛庆杰,于学鹏,李慧英,等. 向日葵抗列当材料的实验室鉴定方法[J]. 吉林农业科学, 2010, 35(1): 21-22.
- [11] Packer C. The parasitic weeds of the *Orobanchaceae* Parasitic *Orobanchaceae*[M]. Berlin: Springer, 2013: 313-344.
- [12] Lytton J, Musselman. Parasitic Weeds of the World: Biology and Controls[J]. Economic Botany, 1994, 48(3): 332.
- [13] 张 锐,宁繁华,兰艳丰,等. 烟草向日葵列当化学防治研究[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(22): 4609-4611.
- [14] 程乐强,王晓波. 防治烟草寄生性杂草列当的药剂筛选研究[J]. 湖南农业科学, 2013(1): 76-79.
- [15] 冷廷瑞,姚德军,李秀华,等. 吉林省向日葵列当防治药剂筛选[J]. 黑龙江农业科学, 2014(11): 63-65.
- [16] 徐 玮,孔 毅,苏燕妮,等. 防治烟草向日葵列当药剂的筛选[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(2): 194-195, 268.
- [17] 王 丽,王佰众,朱统国,等. 向日葵列当生物学特性及防除研究[J]. 农业科技与信息, 2017(15): 61-64.
- [18] GB/T 17980.129-2004, 农药田间药效试验准则(二)第 129 部分: 除草剂防治烟草田杂草[S].
- [19] 王建平,刘小民,许 贤,等. 7 种除草剂对夏玉米田杂草的防治及安全性研究[J]. 河北农业科学, 2018, 22(1): 50-53.
- [20] 王江红,孙 扬,李光华,等. 高粱田间封闭除草剂的初步筛选[J]. 东北农业科学, 2017, 42(6): 31-35.
- [21] 刘煜财,王义山,蒋文敏,等. 异丙甲草胺乳油防除西葫芦田杂草的研究[J]. 吉林农业科学, 2008, 33(6): 63-64.
- [22] 张 婷,潘映雪,隋虹杰,等. 高粱播后苗前和苗后除草剂的初步筛选[J]. 东北农业科学, 2016, 41(1): 78-80, 99.

(责任编辑:王 昱)