

王雪, 苏光耀, 卢宝慧, 等. 高粱酒糟对烟草向日葵列当的防治效果及对烟草生长和品质的影响 [J]. 华南农业大学学报, 2021, 42(1): 87-92.
WANG Xue, SU Guangyao, LU Baohui, et al. Control effect of sorghum vinasse against *Orbanche cumana* and influence on growth and quality of tobacco[J]. Journal of South China Agricultural University, 2021, 42(1): 87-92.

高粱酒糟对烟草向日葵列当的防治效果及 对烟草生长和品质的影响

王 雪, 苏光耀, 卢宝慧, 李 北, 高 洁
(吉林农业大学 植物保护学院, 吉林 长春 130118)

摘要:【目的】明确高粱酒糟对烟草向日葵列当 *Orbanche cumana* 的防治效果及对烟草生长和品质的影响。【方法】通过田间小区试验, 研究施用不同剂量的酒糟处理土壤对烟草向日葵列当的防治效果及对烟草生长、产量和品质的影响。【结果】在各施用剂量下, 土壤施用酒糟对烟草向日葵列当有较好的防治效果, 2018 年各处理平均株防效和平均鲜质量防效分别为 62.73%~74.16% 和 42.70%~66.03%, 2019 年平均株防效和平均鲜质量防效分别为 57.10%~64.17% 和 53.23%~80.56%; 各施用剂量下烟草长势较好, 各项生长指标均明显高于对照; 施用酒糟后烟草产量明显提高, 2018、2019 年烟叶鲜质量分别比对照提高 17.76%~24.22% 和 6.63%~15.71%, 烟叶干质量分别提高 6.70%~11.63% 和 15.39%~20.17%, 中上等烟叶比例分别提高 7.35% 和 3.90%。【结论】高粱酒糟可用于烟草田间防治向日葵列当, 在烟苗移栽前均匀撒施并与 20 cm 深土壤混匀后起垄, 施用剂量为 1~2 kg/m²。

关键词: 高粱酒糟; 烟草; 向日葵列当; 防治效果; 产量; 品质
中图分类号: S453 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-411X(2021)01-0087-06

Control effect of sorghum vinasse against *Orbanche cumana* and influence on growth and quality of tobacco

WANG Xue, SU Guangyao, LU Baohui, LI Bei, GAO Jie
(College of Plant Protection, Jilin Agricultural University, Changchun 130018, China)

Abstract: 【Objective】To determine the control effect of sorghum vinasse against broomrape (*Orbanche cumana*) and the influence of vinasse on growth and quality of tobacco. 【Method】A field plot assay was conducted and different dosages of vinases were applied in soil. The control effect of vinasse against broomrape and influence on growth, yield and quality of tobacco were investigated. 【Result】Vinasse had good control effects against broomrape at different dosages. The average plant control effect and average fresh weight control effect of vinasse against broom rape were 62.73%–74.16% and 42.70%–66.03% respectively in 2018, and 57.10%–64.17% and 53.23%–80.56% respectively in 2019. Tobacco grew well with the application of different dosages of vinasse, and the growth indicators were significantly higher than those of the control. Tobacco yield increased significantly after applying vinasse, fresh weights increased by 17.76%–24.22% and 6.63%–15.71% than those of the control, and dry weight increased by 6.70%–11.63% and 15.39%–20.17% in 2018 and 2019, respectively. The proportion of superior and middle class of tobacco increased by 7.35% and 3.90% than those

of control, in 2018 and 2019 respectively. 【Conclusion】 Sorghum vinasse can be used for the prevention and control of tobacco broomrape. It is suggested that vinasse mixed with soil in a depth of 20 cm at the dose of 1–2 kg/m² before tobacco seedling transplanting.

Key words: sorghum vinasse; tobacco; *Orobanche cumana*; control effect; yield; quality

烟草是一种经济价值较高的作物,在烟草生产中,有些地区的烟草常常遭受一种寄生性种子植物向日葵列当 *Orobanche cumana* 的为害,被寄生的烟草植株矮化、叶片变薄,烟叶的产量和品质严重下降^[1-3]。列当种子体积较小、数量多、繁殖速度快,能在土壤中存活 10 年以上,且适宜条件下,在烟草的整个生育期均能出土^[4-5],给防治带来很大困难。随着种植年限的增加,土壤中列当种子数量逐年累积,列当发生日益严重^[6],成为限制烟草生产和发展的重要因素。Noureddine 等^[7]报道含有昆虫肽转基因的烟草不受列当的侵害,但未能推广应用。Eva 等^[8]曾以欧芹作为诱捕作物,但最终欧芹也成为了向日葵列当的寄主植物,且向日葵列当还存在如油菜、番茄和马铃薯,甚至杂草等潜在寄主植物。国外常采取抗性育种的方法提高植物对列当的抗性,从而达到防治的效果^[9-10]。在我国,对列当的防治研究也取得了一定进展。在化学防治方面,张锐等^[11]在众多除草剂中筛选出精喹禾灵,其对列当的防治效果达到 56.28%;程乐强等^[12]施用 8 种除草剂及生防镰孢菌防除向日葵列当,其中以氟乐灵防治效果最好,平均寄生率为 22.6%;徐玮等^[13]通过田间试验认为二甲戊灵对向日葵列当的防效最好,其次是精异丙甲草胺和氟乐灵。除草剂对向日葵列当具有一定的防治效果,但容易对烟草产生药害,生产应用受到一定的限制。在物理方法进行农业防治方面,张连昌等^[14]报道黑膜可以使列当出土数量减少 6% 左右。程乐强^[15]等将糠醛渣撒施后深翻土壤,发现糠醛渣能够中和土壤中的碱,提高土壤通透性,推迟列当出土 15 d 左右,但过量的糠醛渣在团棵期影响烟株的正常生长,且后期难以恢复。唐嘉成等^[16]研究多种有机肥对向日葵列当的防治效果,发现牛粪和羊粪对列当的防效分别能达到 36.25% 和 66.00%,施用有机肥后,烟草长势也较好,中上等烟叶比例分别为 74.84% 和 70.23%,但牛粪和羊粪价格较高,应用成本不菲。轮作虽然能有效控制当年列当对烟草的危害^[17-18],但由于列当种子在土壤中能存活 10 年以上,数量又多,即使 10 年后再种植烟草,列当寄生仍然十分严重,而且轮作在很大程度上受土地面积制约,难以施行。生产上急需找到新的可行的有效防治列当的方法。酒糟由于成本低、容易获取等特点

常被用作有机肥^[19],本文通过田间小区试验,研究施用不同剂量的酒糟处理土壤对向日葵列当的防治效果及对烟草生长、产量和品质的影响,以期对向日葵列当的防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料及栽培条件

供试烟草品种为‘NC102’ (2018 年) 和 ‘吉烟 9 号’ (2019 年),种子由吉林省白城市烟草公司提供;新鲜高粱酒糟购买自白城市大安市酒厂。

试验地为吉林省白城市大安市红岗乡烟叶基地,前茬作物为烟草,地力均匀,列当发生较严重,栽培条件、田间管理及烘烤工艺与生产一致。

1.2 试验设计

试验设置 3 个处理,分别施用酒糟 1、2、3 kg/m²,以不施用酒糟为对照,正常栽烟。每个处理重复 3 次,每处理 1 个小区,每小区面积 30 m²(5 m×6 m)。烟苗移栽前,将酒糟按照各处理剂量均匀撒施于烟田中,然后进行翻耕,使酒糟与 20 cm 深土壤充分混匀后起垄。2018 与 2019 年田间试验处理一致,2019 年测定各处理烘烤后的烟叶品质。

1.3 方法

1.3.1 防效调查 采取全小区调查的方法,参照文献 [20] 标准,分别在施药后 15、30、45 d 和采收前进行调查,记载每个小区的列当数量,烟叶采收时同时对每小区的列当称鲜质量。根据以下公式计算株防效和鲜质量防效:

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

鲜质量防效 = $\frac{m(\text{对照}) - m(\text{处理})}{m(\text{对照})} \times 100\%$,

式中, *m* 表示列当鲜质量。

1.3.2 烟草生长指标及叶绿素含量的测定 烟草植株成熟后采收前,每个小区随机选择 10 株烟草,测定株高、茎粗,每株烟草分别选取上部、中部、下部叶片各 3 片,测量叶长、叶宽,用手持叶绿素测定仪测定叶片基部、叶中部和叶尖的叶绿素含量。

1.3.3 烟草质量的测定 每次采收后烘烤前进行小区内烟叶总质量的测定,烘烤后按照不同等级分

别称质量,全部采收和烘烤结束后对各小区(30 m²)的烟叶鲜质量和干质量进行求和。

1.3.4 烟叶烘烤后的品质测定 取 C3L(中柠三) 等级的烟叶进行测定,测定项目包括主要化学成分含量和吸评,其中糖、总碱、氯、钾的含量测定采用连续流动法^[21-23];总氮含量的测定采用克达尔法^[24]。吸评评价标准参照烟草及烟草制品感官评价方法标准^[25]。

1.4 数据处理

利用 Excle2010 进行试验数据整理,利用 DPS 软件分析试验数据,差异显著性检验用 Duncan’s 新复极差法。

2 结果与分析

2.1 施用酒糟对烟草向日葵列当的防治效果

受天气的影响,列当在试验后 45 d 未能出土,

因此本试验只获得了采收前列当的相关数据。在栽培不同烟草品种的情况下,2 年的试验结果 (表 1) 表明,不同剂量酒糟处理土壤对向日葵列当均具有较好的防治效果,2018 年株防效为 62.73%~74.16%,鲜质量防效为 42.70%~66.03%,各处理中以施用 3 kg/m² 酒糟的防效最好,株防效和鲜质量防效分别为 74.16% 和 66.03%,鲜质量防效显著高于施用 1 kg/m² 酒糟的。2 kg/m² 酒糟效果次之,株防效和鲜质量防效分别为 72.00% 和 59.47%;2019 年平均株防效为 57.10%~64.17%,平均鲜质量防效为 53.23%~80.56%,各处理中以施用 3 kg/m² 酒糟防效最好,株防效和鲜质量防效分别为 64.17% 和 80.56%,且鲜质量防效显著高于施用 1、2 kg/m² 酒糟的。施用 2 kg/m² 酒糟的株防效和鲜质量防效分别为 61.34% 和 59.18%。

表 1 烟草采收前施用酒糟对向日葵列当的防治效果¹⁾
Table 1 Control effect of vinasse treatment against broomrape on tobacco before harvest

年份 Year	酒糟用量/ (kg·m ⁻²) Dose of vinasse	株防效/% Plant control effect	鲜质量防效/% Fresh weight control effect	年份 Year	酒糟用量/ (kg·m ⁻²) Dose of vinasse	株防效/% Plant control effect	鲜质量防效/% Fresh weight control effect
2018	1	62.73±6.36a	42.70±2.90b	2019	1	57.10±11.58a	53.23±6.20b
	2	72.00±1.95a	59.47±14.84ab		2	61.34±13.01a	59.18±9.79b
	3	74.16±2.41a	66.03±6.86a		3	64.17±17.22a	80.56±5.74a

1)表中数据为平均值±标准误,相同年份同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05, Duncan’s 法)
1)The values in the table are mean ± standard error, and different lowercase letters in the same year in the same column represent significant difference(P<0.05, Duncan’s test)

2.2 施用酒糟对烟草生长及叶绿素含量的影响

各处理施用酒糟后烟草长势均有明显的变化 (表 2),施用酒糟的处理在株高、茎粗、叶长、叶宽及叶绿素含量方面总体均高于对照。2018、2019 年各处理平均株高分别比对照提高 7.44% 和 5.41%,茎粗分别比对照提高 19.43% 和 3.40%。从叶长上看,2018 年施用 1 kg/m² 酒糟时下部叶片长度增加 17.15%,施用 3 kg/m² 酒糟时中部叶片和上部叶片长度分别提高了 12.33% 和 17.49%;2019 年施用 1 kg/m² 酒糟时叶长增长较明显,下、中、上部叶片分别增长 10.41%、8.25% 和 9.69%。从叶片宽度上看,2018 年施用 1、2 kg/m² 酒糟对下部叶宽增长效果明显,分别比对照增宽 45.75% 和 44.87%,3 kg/m² 酒糟处理上下部叶片的宽度增幅较大,为 14.00%;2019 年同样以施用 1 和 2 kg/m² 酒糟叶宽增幅较大,施用 2 kg/m² 酒糟的下部和中部叶片、施用 1 kg/m² 酒糟的上部叶片表现出较好的长势,分别比对照增宽 15.48%、15.19% 和 16.79%。2 年的试验结果中,各处理剂量上、中、下部叶片的叶绿素含量

均略有提高,其中都以施用 2 kg/m² 酒糟的处理提高最明显。

2.3 施用酒糟对烟草产量的影响

施用酒糟后,烟草的鲜质量和干质量均比对照有了明显的增加,中上等烟叶比例也有明显的提高 (表 3)。在鲜质量方面,2018、2019 年鲜质量分别比对照提高 17.76%~24.22% 和 6.63%~15.71%,连续 2 年在施用 2 kg/m² 酒糟处理下,鲜质量最大,分别比对照提高了 24.22% 和 15.71%。在干质量方面,2018 年施用 1、2、3 kg/m² 酒糟处理的烟叶平均干质量分别较对照增加 6.70%、11.63% 和 9.77%;施用 1、2、3 kg/m² 酒糟处理的中上等烟质量显著高于对照,分别较对照提高 15.39%、20.17% 和 18.26%,中上等烟叶比例在 94% 以上,比对照提高 7.3% 以上;2019 年施用 1、2、3 kg/m² 酒糟平均干质量分别较对照增加 12.59%、19.11% 和 13.64%,施用 1、2、3 kg/m² 酒糟处理的中上等烟叶质量分别比对照提高 19.31%、23.76% 和 19.82%,中上等烟叶占比均高于 95%,比对照提高 3.9% 以上。

表 2 酒糟处理后对烟草生长的影响¹⁾

Table 2 Effect of vinasse treatment on the growth of tobacco

年份 Year	酒糟用量/ (kg·m ⁻²) Doses of vinasse	株高/cm Plant height	茎粗/cm Stem diameter	叶长/cm Length of leaf			叶宽/cm Width of leaf			w(叶绿素)/(mg·g ⁻¹) Chlorophyll content		
				下部 Bottom	中部 Middle	上部 Top	下部 Bottom	中部 Middle	上部 Top	下部 Bottom	中部 Middle	上部 Top
2018	0 (CK)	105.62b	27.37b	57.74a	65.72b	56.16b	20.46b	33.28a	30.72a	15.71a	18.21a	19.33a
	1	117.10ab	28.53b	69.12a	72.50ab	60.76ab	29.82a	33.62a	30.96a	19.30a	21.44a	21.11a
	2	107.28ab	33.44a	67.52a	67.76ab	55.60b	29.64a	29.06a	29.76a	20.45a	22.49a	22.48a
	3	116.04a	36.09a	67.64a	73.82a	65.98a	24.04b	32.54a	35.02a	17.40a	21.21a	20.93a
2019	0 (CK)	131.53b	29.34ab	65.32a	69.46b	59.37a	30.11a	32.33a	30.56a	10.42a	11.85a	13.48a
	1	141.02a	29.86ab	72.12a	75.19a	65.12a	33.25a	36.75a	35.69a	10.33a	12.74a	13.84a
	2	142.06b	31.58a	72.35a	73.52a	63.78a	34.77a	37.24a	30.12a	10.53a	12.31a	15.75a
	3	132.85b	29.57b	69.56a	71.33ab	63.98a	31.25a	32.10a	33.27a	10.44a	12.46a	14.27a

1)相同年份同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$, Duncan's 法)

1)Different lowercase letters in the same year in the same column represent significant difference($P<0.05$, Duncan's test)

表 3 酒糟处理后对烟草产量的影响¹⁾

Table 3 Effect of vinasse treatment on the yield of tobacco

年份 Year	酒糟用量/ (kg·m ⁻²) Dose of vinasse	<i>m</i> _鲜 /kg Fresh weight	烟叶等级 Tobacco grade							<i>m</i> _干 /kg Dry weight	中上等烟叶 Superior and middle class of tobacco	
			X4L	X3L	C3F	C2L	C3L	B2F	B3F		<i>m</i> /kg	占比/% Rate
2018	0 (CK)	79.47b	3.99		18.91		1.51		7.85	10.75a	9.42	87.63
	1	93.58a	1.80		15.38		4.15		13.08	11.47a	10.87	94.77
	2	98.72a	2.06		18.43		5.67		9.85	12.00a	11.32	94.33
	3	95.08a	2.12		16.26		4.61		12.42	11.80a	11.10	94.07
2019	0 (CK)	72.65b		2.14		6.34		11.62	5.55	8.58a	7.87	91.72
	1	79.55a		0.82		7.32		14.44	6.52	9.66a	9.39	97.20
	2	84.06a		1.43		6.97		15.40	6.67	10.22a	9.74	95.30
	3	77.47a		0.97		7.01		15.63	5.64	9.75a	9.43	96.72

1)烟叶等级中, X4L: 下柠四, X3L: 下柠三, C3F: 中桔三, C2L: 中桔二, C3L: 中柠三, B2F: 上桔二, B3F: 上桔三; 相同年份同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$, Duncan's 法)

1)X4L, C3F, C3L, B3F, X3L, C2L, B2F are grades of tobacco; different lowercase letters in the same year in the same line represent significant difference($P<0.05$, Duncan's test)

2.4 施用酒糟对烤后烟叶主要化学成分含量的影响

施用酒糟后, 烟草还原糖、总糖含量与对照相比均有不同程度的提高; 施用酒糟后的烟草总植物碱和总氮含量略低于对照; 钾的含量在施用酒糟 3 kg/m² 烟草中高于对照, 其他处理低于对照; 施用酒糟能有效降低烤后烟叶中氯的含量, 3 个处理烤后烟叶氯的含量分别比对照降低 58.73%、61.90% 和 46.03%(表 4)。

表 4 酒糟处理对烤后烟叶主要化学成分含量的影响

Table 4 Effect of vinasse treatment on the contents of chemical components in tobacco

酒糟用量/(kg·m ⁻²) Dose of vinasse	还原糖 Reducing sugar	总糖 Total sugar	总植物碱 Total nicotine	总氮 Total N	钾 K	氯 Cl
1	23.4	26.7	2.36	1.92	1.48	0.52
2	21.7	25.2	2.31	1.96	1.73	0.48
3	25.4	30.3	2.10	1.80	1.85	0.68
0 (CK)	19.0	21.9	2.50	2.06	1.80	1.26

2.5 施用酒糟对烤后烟叶感官评价的影响

由表 5 可以看出, 施用酒糟后, 在防除烟草向日葵列当、提高烟叶产量的同时, 烟草的感官吸评质量与对照无差异, 而且, 施用酒糟 1 kg/m² 的烟草

在香气质、香气量、余味、杂气等方面的得分均高于对照, 总得分也高于对照, 质量档次与对照组同属于中等⁺; 施用酒糟 2、3 kg/m² 的烟草总得分略低于对照, 质量档次属于中等。

表 5 酒糟处理对烤后烟叶感官评价的影响¹⁾
Table 5 Effect of vinasse treatment on sensory evaluation of tobacco

酒糟用量/ (kg·m ⁻²) Dose of vinasse	香型 Aroma type	劲头 Energy	浓度 Concentration	香气质 Quality of aroma (15)	香气量 Quantity of aroma (20)	余味 Aftertaste (25)	杂气 Miscellaneous gas (18)	刺激性 Irritation (12)	燃烧性 Combusti- bility (5)	灰色 Color of ash (5)	总得分 Total score (100)	质量档次 Quality level
1	中间	适中	中等	11.17	15.67	19.08	13.00	8.92	3.00	3.08	73.9	中等 ⁺
2	中间	适中	中等	10.83	15.33	18.33	12.42	8.75	3.00	3.08	71.8	中等
3	中间	适中	中等	11.08	15.58	18.50	12.67	8.92	3.00	3.08	72.8	中等
0 (CK)	中间	适中	中等	11.00	15.58	18.67	12.92	8.92	3.00	3.08	73.2	中等 ⁺

1)括号中数字表示满分
1)The number in parentheses presents full score

3 结论与讨论

土壤施用酒糟对烟草向日葵列当有较好的防治效果, 对烟草的生长具有促进作用, 各项生长指标均明显高于对照, 能够提高烟草的产量和中上等烟叶的比例, 可以提高烤后烟叶中糖的含量, 同时能有效降低烤后烟叶中氯的含量, 改善氯含量过高的情况。综合考虑推荐在烟苗移栽前以 1~2 kg/m² 的剂量将酒糟与 20 cm 深土壤混合均匀后起垄。

列当虽然属于五类病原物之一, 但由于其为寄生性的种子植物, 所以在生产中也将其视为一类杂草。化学防治一直以来是植物病害防治和杂草防除的重要手段, 已筛选出对烟草向日葵列当有一定防治效果的精喹禾灵、二甲戊灵、精异丙甲草胺和氟乐灵等除草剂, 但除草剂会对烟草产生药害, 同时也存在农药残留的问题, 因此在烟草生产上化学除草剂未得到广泛应用。本研究施用酒糟防治向日葵列当, 各处理的平均防效与除草剂相当或略高于上述除草剂, 而且可以有效避免药害、农药残留等问题, 有利于烟草与其他作物的轮作, 从而减少烟草病虫害的发生。酒糟作为酿酒的副产品, 来源比较广泛, 以往主要用作牲畜的饲料, 但由于其口感不好一般需要经过再发酵或者是与其他精饲料混合, 有时会被当作废物到处堆积^[26]。本研究发现其对向日葵列当有一定的防除效果, 而且可以促进烟草的生长和改善烟草品质, 不仅为向日葵列当的防治提供了新思路, 而且拓宽了酒糟的利用途径。

邵伏文等^[27]的研究表明, 在土壤中施用 0.1 kg/m² 硫磺+3 kg/m² 酒糟能够提高上等烟叶的比例, 同时

能增加糖类的含量、降低氯的含量, 与本研究结果相符。烤烟的化学成分含量与烤烟质量关系密切^[28-29], 可溶性糖和烟碱的比值常作为烤烟及其制品的评比指标, 最适值为 8~12, 比值越大, 苦辣味越轻, 口感越好, 钾氯比常作为烤烟燃烧性的评价指标, 最适值为 4~10, 比值越大, 燃烧性越好^[30-31]。本研究中, 施用酒糟的烟草可溶性糖与烟碱的比值为 9.40~12.10, 钾氯比为 2.72~3.60, 均高于对照。因此, 可以尝试通过在烟田施用酒糟来改善烟叶苦辣味较重和燃烧性较差的问题, 提高烟叶的品质。

据研究, 大多数酒糟不仅含有一定的粮食 (原料本身) 和乙醇, 而且还含有丰富的蛋白质、多种微量元素、维生素、酵母菌、赖氨酸、蛋氨酸和色氨酸等^[32]。用于酿酒的原材料不同, 酒糟的成分也不一样, 本研究中使用的是高粱酿酒后的下脚料, 而且是新出锅的酒糟, 施入土壤后为什么能减少列当出土, 是其本身含有的乙醇还是其他成分发挥作用? 是否与酒糟施入土壤后进一步发酵产生的短时高温有关? 是抑制了向日葵列当种子萌发还是阻止了其萌发后与寄主建立的寄生关系? 这些都有待于进一步研究。

除草剂防除土壤杂草的试验一般在施药后 15、30 和 45 d 调查株防效, 45 d 时调查鲜质量防效^[20], 本试验中未能按上述准则调查主要是因为向日葵列当出土受气候条件影响很大, 向日葵列当种子的萌发、与寄主建立联系、向日葵列当的生长都受到温度、湿度、降水等条件的影响, 2018 年到烟草采收前向日葵列当才陆续出土, 2019 年也是到了 7 月份后向日葵列当才出土, 无法在施药后 15、30 和 45 d

调查。本研究为白城烟区 2 年的试验结果,各地区土壤类型、土壤条件及种植品种的不同,年份间及不同地方的气候条件也不尽相同,酒糟防治烟草向日葵列当的效果可能受多种因素影响,还应进行多年多点试验,评价其效果的稳定性。

致谢: 感谢杨丽娜老师为本试验妥善安排差旅工作! 感谢邵邱伟、曹哲铭等同学参与调查工作。

参考文献:

- [1] 马晓峰. 烟草寄生性种子植物列当的发生与防治措施[J]. 植物医生, 2018, 31(3): 62-64.
- [2] 唐嘉成, 吴元华, 刘晓琳, 等. 烟草向日葵列当危害及防治技术研究[C]// 郭泽健, 李宝笃, 主编. 中国植物病理学会 2012 年学术年会论文集. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2012: 480.
- [3] 冯瑞盈, 赵光辉, 刘万华, 等. 向日葵列当的危害及防治[J]. 天津农林科技, 2005(6): 36.
- [4] SLAVTCHO S, HENRYO, ROSSITZA B, et al. IAA production during germination of *Orobanche* spp. seeds[J]. Journal of Plant Physiology, 2003, 161(7): 847-853.
- [5] 孔令晓, 王连生, 赵聚莹, 等. 烟草及向日葵上列当 *Orobanche cumana* 的发生及其生物防治[J]. 植物病理学报, 2006, 36(5): 466-469.
- [6] 石必显, 徐东升, 吴元柱, 等. 土壤条件对向日葵列当寄生的影响[J]. 西北植物学报, 2018, 38(9): 1717-1721.
- [7] NOUREDDINE H, JAMES H, CAROLE L, et al. A peptide from insects protects transgenic tobacco from a parasitic weed[J]. Transgenic Research, 2005, 14(3): 227-236.
- [8] EVA K, MÜLLER-STÖVER D, SAUERBORN J. Spreading of the parasitic weed *Phelipanche ramosa* in German agriculture[J]. Gesunde Pflanzen, 2011, 63(2): 69-74.
- [9] CVEJIĆ S, RADANOVIĆ A, DEDIĆ B, et al. Genetic and genomic tools in sunflower breeding for broomrape resistance[J]. Genes, 2020, 11(2): 152.
- [10] ABD E, NASSEF D. Inheritance of faba bean resistance to broomrape, genetic diversity and QTL mapping analysis[J]. Molecular Biology Reports, 2020, 47(1): 11-32.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 张连昌, 谭超亮, 程乐强. 黑膜防治烟草向日葵列当技术[J]. 中外企业家, 2013(14): 236-237.
- [15] 程乐强, 王晓波. 糠醛渣改良土壤防治烟草向日葵列当[J]. 中外企业家, 2012(16): 96.
- [16] 唐嘉成, 兰艳丰, 夏博, 等. 施用有机肥对防治烟草上向日葵列当的效果[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(4): 119-121.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 曾晶. 酒糟型生物有机肥对蔬菜的作用效果与机理研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2017.
- [20] 中华人民共和国农业部. 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: GB/T 17980. 129—2004[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004: 451-458.
- [21] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品水溶性糖的测定-连续流动法: YC/T 159—2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002: 397-407.
- [22] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品氯的测定-连续流动法: YC/T 162—2011[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011: 1-5.
- [23] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品钾的测定-连续流动法: YC/T 217—2007[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007: 1-3.
- [24] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品总氮的测定-克达尔法: YC/T 33—1996[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996: 439-444.
- [25] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品感官评价方法: YC/T 138—1998[S]. 北京: 中国标准出版社, 1998: 174-188.
- [26] 张银, 任廷远. 酒糟综合利用现状及存在的关键问题[J]. 农产品加工, 2019(16): 59-62.
- [27] 邵伏文, 姜超强, 祖朝龙, 等. 硫磺和酒糟对烤烟生长和烟叶品质以及碱性土壤 pH 的影响[J]. 西北植物学报, 2012, 32(12): 2479-2485.
- [28] 王世沛, 温圣贤. 烟叶主要化学成分与品质关系概述[J]. 作物研究, 2012, 26(7): 139-141.
- [29] 张喆. 烟叶主要化学成分与等级品质关系的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [30] 陈江华, 刘建利, 龙怀玉. 中国烟叶矿质营养及主要化学成分含量特征研究[J]. 中国烟草学报, 2004, 10(5): 24-31.
- [31] 王东胜, 刘贯山, 李章海. 烟草栽培学[M]. 合肥: 中国科技大学出版社, 2002.
- [32] 孔博, 蔡林洋, 徐健, 等. 浓香型白酒糟基本成分检测与酶水解[J]. 酿酒, 2020, 47(1): 79-83.

【责任编辑 霍 欢】