

文章编号:1001-7380(2020)04-0017-05

## 缓解氟磺胺草醚对栎树等落叶乔木药害的试验

陆 琳<sup>1</sup>,胥紫睿<sup>2</sup>,蔡国祥<sup>3\*</sup>

(1. 江苏省如皋市蚕桑生产服务站,江苏 如皋 226500; 2. 金陵科技学院,江苏 南京 211000;  
3. 盐城生物工程高等职业技术学校,江苏 盐城 224051)

**摘要:**在园林绿化工程中,部分落叶乔木如樱花、紫薇、栎树、红枫、朴树等移植对除草剂氟磺胺草醚较为敏感。该文通过试验发现,低浓度生长激素类及肥料类药剂对由氟磺胺草醚引起落叶乔木药害均有一定的缓解效果,作为单一缓解剂施用后30 d对栎树氟磺胺草醚药害缓解效果从高到低顺序依次为 $\alpha$ -萘乙酸、芸苔素内酯、硫酸亚铁、吲哚乙酸、复硝酚钠、赤霉素、尿素、三十烷醇、磷酸二氢钾;将上述缓解效果较好的单剂二元复配,按质量比1:1混和均匀后稀释50 000倍,得到的二元复配药剂的缓解效果从高到低顺序依次为 $\alpha$ -萘乙酸+硫酸亚铁、吲哚乙酸+硫酸亚铁、芸苔素内酯+硫酸亚铁、赤霉素+吲哚乙酸、赤霉素+硫酸亚铁;后期管理措施中以施用缓解剂后遇连续晴天,每隔3 d向乔木的全株喷洒清水1次的缓解效果较好。上述二元组合中,配比为1:1:50 000的 $\alpha$ -萘乙酸+硫酸亚铁水剂,于2018年春季施用后30 d调查,其对栎树氟磺胺草醚药害的缓解效果为84.63%,对紫薇、朴树、红枫、樱花等乔木的氟磺胺草醚药害也有较好的缓解效果。

**关键词:**氟磺胺草醚;药害;落叶乔木; $\alpha$ -萘乙酸;硫酸亚铁;缓解

**中图分类号:**S481<sup>+</sup>.9;S482.4<sup>+</sup>6;S482.8;S68

**文献标志码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2020.04.004

在园林绿化工程施工过程中,刚移植的部分落叶乔木如樱花、紫薇、栎树、红枫、朴树等处于对除草剂的敏感期,如果周边前茬作物使用的阔叶杂草除草剂,恰好在绿化工程施工的上风,其对移植的上述落叶乔木引起的药害,轻则影响成活率,重则可导致树木死亡。由除草剂药害引发的法律纠纷也时常发生<sup>[1-3]</sup>。氟磺胺草醚,化学名为5-(2-氯- $\alpha$ , $\alpha$ , $\alpha$ -三氟-对甲苯氧基)-N-甲磺酰基-2-硝基苯甲酰胺,英文名为 Fomesafe,是一种具有高度选择性的的大豆、花生田苗后除草剂,能有效地去除其田间诸如苋属、豚草属、鸭跖草属、酸浆属等阔叶杂草。施用的氟磺胺草醚能被杂草的叶和根迅速吸收,且在杂草体内移动性小,能破坏植物的光合作用,致使杂草枯死,但大豆、花生因吸收后能迅速降解而受害性小<sup>[4]</sup>。关于缓解除草剂药害的方法,中国发明专利已经分别公开了来源于桉木、羌活、川芎、细辛和花椒的提取物缓解水稻除草剂药害的植物源除草剂安全剂<sup>[5-9]</sup>;王恒亮等<sup>[10]</sup>研究发现,对于高剂量氟磺胺草醚对大豆的明显药害,可通过药害前期喷施

“宝叶”、萘乙酸、赤霉酸和磷酸二氢钾或药害后期喷施“宝叶”“奈安”、芸苔素内酯和氨基酸对大豆药害得到较好的缓解;卢向阳等<sup>[11]</sup>研究发现,因氟磺胺草醚施用不均匀、剂量倍加,对大豆和后茬敏感作物产生的药害,可通过与灭草松混合施用降低药害风险;王文明近期发表的文献也报道了可采用清水冲洗、增施肥料、喷施植物生长调节剂、利用活性炭吸附和添加安全剂等方法缓解水稻除草剂药害<sup>[12]</sup>。然而现有文献中并未见到缓解氟磺胺草醚对落叶乔木药害方法的报道,况且缓解其他除草剂对水稻、玉米、棉花等农作物药害的方法,能否用于缓解氟磺胺草醚的药害,也无定论。本文就是希望能通过试验性研究,寻找到缓解氟磺胺草醚对部分落叶乔木药害的方法,以提高园林绿化工程施工的质量与效率。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

除草剂氟磺胺草醚,有效成分含量为250 g/L,

收稿日期:2020-04-30;修回日期:2020-05-20

**作者简介:**陆 琳(1966-),女,江苏如皋人,高级农艺师,大学本科毕业。主要研究方向为桑树病虫害预测预报及防治。Tel:13921689686;E-mail:1208491369@qq.com。

\* **通信作者:**蔡国祥(1964-),男,江苏射阳人,教授,大学本科毕业。主要研究方向:园林植物病虫害防治实用新技术开发。E-mail:cgx64@sina.com。

山东侨昌化学有限公司生产。缓解剂:α-萘乙酸原药购自美国 Phytotechnology Laboratories 公司,有效成分所占质量百分数为 99.5%;硫酸亚铁原粉,南通市通州区晨曦经贸有限公司生产经销;吲哚乙酸、三十烷醇、芸苔素内脂、赤霉素、复硝酚钠原粉均网购自山东省梁山海源生物科技有限公司;磷酸二氢钾、尿素均为市售产品,青州市科缔化工有限公司生产。药害模拟试验用苗木均购自如皋花卉苗木市场,试验地点为盐城市苗圃。

## 1.2 方法

### 1.2.1 氟磺胺草醚药害及其缓解模拟试验方法

参照《农药田间药效试验准则 1:除草剂防治果园杂草(GB/T 17980.44-2000)》<sup>[13]</sup>略加改进。试验于 2018 年 4—5 月进行。

药害试验中,各小区氟磺胺草醚 400 倍稀释液用量 600 kg/hm<sup>2</sup>。以手持式喷雾器将药液均匀喷遍胸径为 2 cm、高度为 1.5 m、冠径为 40 cm 左右的 2 年生栾树苗全株或相似规格的其他园林绿化乔木樱花、紫薇、红枫、朴树,每小区 10 株,每处理重复 3 次,以树叶正面均匀喷湿且药液不下滴为度,不漏喷;缓解模拟试验于药害试验 24 h 后进行,同样以手持式喷雾器将药液均匀喷遍树木全株,①不同缓解剂对栾树氟磺胺草醚药害缓解试验:分别以尿素、磷酸二氢钾、硫酸亚铁的 5 000 倍稀释液,及 α-萘乙酸、吲哚乙酸、赤霉素、芸苔素内脂、三十烷醇和复硝酚钠的 50 000 倍稀释液,共 9 种药剂作为缓解剂,进行处理,并设毒对照(即只用氟磺胺草醚处理,不进行缓解剂处理)。试验于 2018 年 4—5 月进行;②根据缓解效果,进行缓解剂间的复配试验(1:1 两两相互复配,最后稀释至 50 000 倍处理液),树种为同规格的栾树苗,设毒对照。试验于 2018 年 4—5 月进行;③再根据缓解效果筛选出最好的复配剂,分别以 500 000,50 000,5 000,500 倍处理液,共 4 个比例梯度进行处理,树种为同规格的栾树苗,设毒对照。试验于 2018 年 10 月进行;④根据试验③的结果,筛选出最适稀释倍数的相关复配剂,对常见的相同或相似规格的园林绿化乔木樱花、紫薇、栾树、红枫、朴树进行药害与缓解试验,设毒对照。试验于 2018 年 9—10 月进行;⑤不同后期管理的缓解试验:在试验④的基础上,对相似规格的园林绿化乔木樱花,再分别进行“每隔 1 d 喷 1 次水”“每隔 3 d 喷 1 次水”“每隔 10 d 喷 1 次水”、不喷水共 4 个处理,并设毒对照。试验于 2019 年 4—5 月进行。后期管理缓解试验完全在室外自然

环境条件下进行。分别于上述试验后,定期调查各小区药害指数及缓解效果。

1.2.2 氟磺胺草醚药害监测方法 参照文献[14]的方法进行。采用分级记载法记录氟磺胺草醚及缓解剂处理对园林绿化乔木的影响。设定:叶片正常为 0 级,记作“0”;叶片皱缩为 1 级,记作“+”;叶片皱缩且边缘卷曲为 2 级,记作“++”;叶片皱缩且边缘枯死为 3 级,记作“+++”;叶片一半以上枯死为 4 级,记作“++++”。试验时,如正值花期,则记录氟磺胺草醚对花的影响,花正常为 0 级,记作“0”;花皱缩为 1 级,记作“+”;花皱缩且花色变淡为 2 级,记作“++”;花皱缩且边缘枯死为 3 级,记作“+++”;花瓣一半以上面积枯死为 4 级,记作“++++”。

1.2.3 药害指数与缓解效果的计算方法 按黄建中等<sup>[15]</sup>、方仲达<sup>[16]</sup>提出的方案略加改进后实施。药害指数(%)=[(1×1 级叶数+2×2 级叶数+3×3 级叶数+4×4 级叶数)/4×调查总叶数]×100;药害缓解效果(%)=[(对照区的药害指数-处理区的药害指数)/对照区的药害指数]×100。

因所有供试苗木原先健壮,且未受氟磺胺草醚药害,空白对照小区土壤也无氟磺胺草醚残留,故其药害指数均定为“0”,下文的图、表中凡涉及无毒空白对照均行省略。缓解模拟试验①②的缓解效果根据药害指数计算的当日同时算出;其余试验的缓解效果,则根据最后记录日的药害指数算出。

本试验采用方差分析法分析各处理之间的差异,表格中涉及百分比数据,均经反正弦转换( $\text{Sin}^{-1}\sqrt{x}$ )后统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同试剂对栾树氟磺胺草醚药害的缓解效果

从图 1 可看出,50 000 倍稀释的 α-萘乙酸、吲哚乙酸、赤霉素、芸苔素内脂、三十烷醇,及 5 000 倍稀释的磷酸二氢钾、尿素、硫酸亚铁等对氟磺胺草醚产生的药害均有一定的缓解效果,且随着施用后时间的推移,缓解效果会越来越好。施用缓解剂 30 d 后缓解效果从高到低依次为 α-萘乙酸、芸苔素内脂、硫酸亚铁、吲哚乙酸、复硝酚钠、赤霉素、尿素、三十烷醇、磷酸二氢钾。统计分析认为,α-萘乙酸缓解效果极显著优于芸苔素内脂、硫酸亚铁、吲哚乙酸、复硝酚钠、赤霉素,后 5 种缓解剂的缓解效果之间差异未达显著水平,但这 5 种缓解剂又极显著优于尿素、三十烷醇、磷酸二氢钾,

而后 3 种缓解剂间差异未达显著水平。不同缓解剂的效果趋势,在施用后 6 d 及 15 d,与施用后 30 d 结果基本相同。

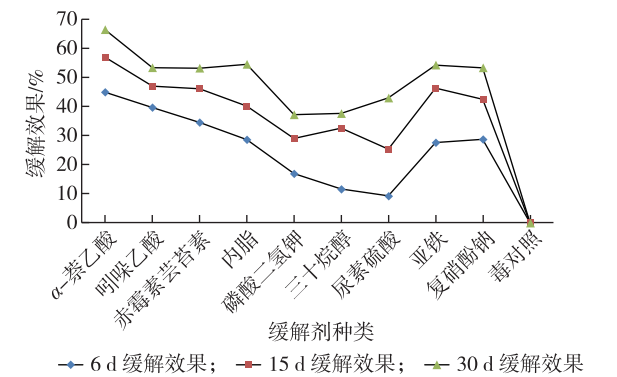


图 1 不同试剂对栎树氟磺胺草醚药害的缓解效果比较

2.2 不同试剂间复配对栎树氟磺胺草醚药害的缓解效果

从图 2 可看出,施用二元复配的缓解剂 30 d 后缓解效果从高到低依次为 α-萘乙酸+硫酸亚铁、吲哚乙酸+硫酸亚铁、芸苔素内脂+硫酸亚铁、赤霉素+吲哚乙酸、赤霉素+硫酸亚铁。统计分析发现,α-萘乙酸+硫酸亚铁的二元组合极显著优于吲哚乙酸+硫酸亚铁的二元组合,吲哚乙酸+硫酸亚铁的二元组合又显著优于芸苔素内脂+硫酸亚铁、赤霉素+吲哚乙酸、赤霉素+硫酸亚铁这 3 个二元组合,这后 3 个二元组合的缓解效果之间差异未达显著水平。不同二元复配剂缓解效果趋势,在施用后 5,10,20 d 与施用后 30 d 结果基本相同。α-萘乙酸+硫酸亚铁稀释至 50 000 倍的处理液这项二元复配组合,30 d

后氟磺胺草醚药害缓解效果为 84.63%,已达生产实用水平。

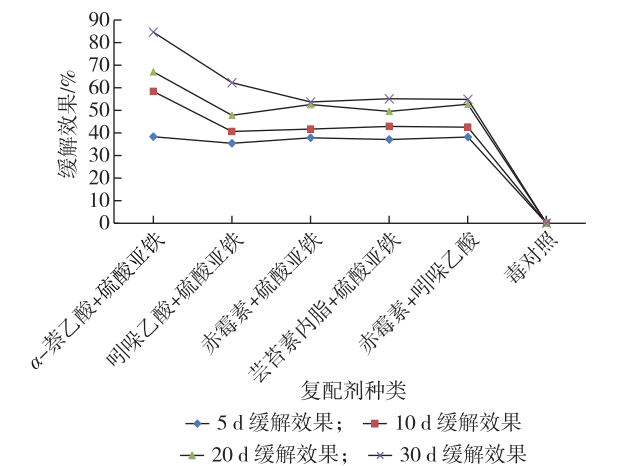


图 2 不同试剂间复配对栎树氟磺胺草醚药害缓解效果比较

2.3 复配剂 α-萘乙酸+硫酸亚铁的不同配比液对栎树氟磺胺草醚药害的缓解效果

从表 1 可以看出,不同稀释比例的复配剂 α-萘乙酸+硫酸亚铁对药害的缓解效果从高到低依次为 1:1:50 000,1:1:5 000,1:1:500 000,1:1:500。统计分析发现,配比 1:1:50 000 对药害的缓解效果极显著优于配比 1:1:5 000,配比 1:1:5 000 又显著优于配比 1:1:500 000 和配比 1:1:500,而配比 1:1:500 000 和配比 1:1:500 的缓解效果之间差异不显著。可见,4 个稀释比例中,1:1:50 000 的复配剂 α-萘乙酸+硫酸亚铁+水对栎树氟磺胺草醚药害的缓解效果最好,稀释比例过大或过小,缓解效果并不好。

表 1 不同配比的复配剂 α-萘乙酸+硫酸亚铁对栎树氟磺胺草醚药害的缓解效果比较 %

缓解剂	配比	药害指数						缓解效果
		3 d	6 d	10 d	15 d	20 d	30 d	
α-萘乙酸+硫酸亚铁+水	1:1:50 000	46.32	39.18	38.59	36.33	32.44	25.89	73.81 a
	1:1:5 000	78.33	79.25	74.23	76.37	91.23	92.65	6.29 b
	1:1:500 000	82.22	80.36	78.63	92.26	92.22	93.14	5.80 c
	1:1:500	81.23	80.25	79.63	92.36	92.63	94.24	4.68 c
毒对照		79.99	82.85	84.56	89.63	88.56	98.87	-

注:缓解效果数值后的不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

2.4 α-萘乙酸+硫酸亚铁+水(配比 1:1:50 000)复配剂对不同乔木氟磺胺草醚药害的缓解效果

从表 2 可以看出,筛选出的 α-萘乙酸+硫酸亚铁水剂(1:1:50 000)对氟磺胺草醚敏感的紫薇、

朴树、栎树、樱花、红枫等均有较好的药害缓解效果。统计分析发现,施用这项二元组合的缓解剂,30 d 后的缓解效果相对于对照,均达到极显著差异水平。



表 2 α-萘乙酸+硫酸亚铁水剂(1:1:50 000)对不同乔木氟磺胺草醚药害缓解效果比较 %

乔木	药害指数							30 d 后的 缓解效果
	3 d	6 d	10 d	15 d	20 d	25 d	30 d	
红枫	49.63	45.33	42.65	40.28	38.54	36.34	33.49	66.06**
毒对照	85.23	88.14	89.33	89.99	95.24	96.22	98.68	—
栾树	50.20	48.32	41.25	40.03	37.26	35.33	32.28	66.15**
毒对照	80.55	82.36	86.24	88.32	90.21	92.45	95.36	—
樱花	49.40	46.33	40.26	38.03	35.29	33.32	31.24	66.92**
毒对照	78.36	81.55	83.38	87.27	89.32	92.21	94.45	—
朴树	48.62	44.33	41.65	40.28	36.54	35.34	31.49	68.38**
毒对照	84.23	87.14	88.33	90.99	94.24	96.23	99.58	—
紫薇	45.64	39.35	38.65	36.28	32.57	30.44	29.48	68.83**
毒对照	82.23	84.14	86.33	88.99	90.24	92.23	94.58	—

注:数据后\*\*表示与对照在 0.01 水平上差异显著。

2.5 不同的后期管理方式对氟磺胺草醚药害缓解效果的影响

从表 3 数据看出,施用缓解剂 α-萘乙酸+硫酸亚铁水剂(1:1:50 000)30 d 后对樱花药害缓解效果从高到低顺序的后期管理方式依次为每隔 3 d 喷水 1 次、每隔 1 d 喷水 1 次、每隔 10 d 喷水 1 次、不喷水。统计分析发现,每隔 3 d 喷水 1 次的处理,显著

优于每隔 1 d 喷水 1 次的处理;每隔 1 d 喷水 1 次的处理,又显著优于每隔 10 d 喷水 1 次和不喷水的处理;每隔 10 d 喷水 1 次和不喷水之间的缓解效果差异不显著。因此,如果遇到连续晴天,以每隔 3 d 喷水 1 次对氟磺胺草醚药害的缓解效果较好;喷水次数过多或过少,对缓解氟磺胺草醚药害的效果并不好。

表 3 不同的后期管理方式对樱花氟磺胺草醚药害缓解效果比较 %

后期管理方式	药害指数						30 d 后的 缓解效果
	3 d	6 d	10 d	15 d	20 d	30 d	
每隔 1 d 喷水 1 次	44.39	41.65	40.28	36.54	35.34	34.49	63.84 b
每隔 3 d 喷水 1 次	40.33	39.65	36.28	32.54	30.34	26.45	72.27 a
每隔 10 d 喷水 1 次	53.33	51.63	50.38	48.53	46.34	40.39	57.65 c
不喷水	54.33	51.65	50.28	46.54	45.34	41.47	56.52 c
毒对照	77.14	78.33	80.99	84.24	95.23	95.38	—

注:缓解效果数值后的不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。

3 结论与讨论

本试验中低浓度生长激素及肥料类药剂对氟磺胺草醚引起药害均有一定的缓解效果,其作为缓解剂施用后 30 d 单一药剂对栾树氟磺胺草醚药害缓解效果从高到低顺序依次为 α-萘乙酸、芸苔素内脂、硫酸亚铁、吲哚乙酸、复硝酚钠、赤霉素、尿素、三十烷醇、磷酸二氢钾。将上述缓解效果较好的单剂二二复配,按质量比 1:1 混和均匀后稀释 50 000 倍,得到的二元复配药剂对栾树氟磺胺草醚药害的缓解效果从高到低顺序依次为 α-萘乙酸+硫酸亚铁、吲哚乙酸+硫酸亚铁、芸苔素内脂+硫酸亚铁、赤霉素+吲哚乙酸、赤霉素+硫酸亚铁;后期管理措施中以施用缓解剂后遇连续晴天,每隔 3 d 向乔木的全株喷洒清水 1 次缓解效果较好,上述二元组合复

配剂中,配比为 1:1:50 000 的 α-萘乙酸+硫酸亚铁水剂,于 2018 年春季施用后 30 d 调查,其对栾树氟磺胺草醚药害的缓解效果为 84.63%,对紫薇、朴树、红枫、樱花等乔木的氟磺胺草醚药害也有较好的缓解效果。

从试验结果看,同一种缓解药剂,同样的土壤环境条件,同样是用于缓解栾树氟磺胺草醚药害,春季使用,表现出更好的缓解效果,说明环境温度是影响药剂缓解药害效果的重要因素。试验还发现,后期管理措施中,如遇连续晴天,每隔 3 d 向乔木的全株喷清水 1 次比不喷水及每隔 1 d 或每隔 10 d 向乔木的全株喷清水 1 次有更好的缓解效果,其他管理措施及气象因子、土壤质地、土壤理化性质等对缓解剂缓解药害效果的影响,有待进一步探讨。

在棉花、大豆等农作物的除草剂药害缓解实践中,用增施有机肥的方法,使其药害得到了减缓<sup>[17]</sup>,在园林绿化工程施工过程中,不提倡使用这一方案,特别是高大乔木的移植初期,施肥过多,影响到乔木对水分的吸收,进而会影响到成活率。将本试验结果应用于盐城市城南新区纳海路园林大道绿化提升工程及南环路北侧绿化提升工程2个标段上,其除草剂药害均得到了有效的缓解,因此,在园林绿化工程施工过程中,若移植高干乔木时遇氟磺胺草醚这一除草剂药害,可用本试验筛选的配比为1:1:50 000的 $\alpha$ -萘乙酸+硫酸亚铁水剂缓解,遇连续晴天,每隔3 d,全株喷清水1次。

$\alpha$ -萘乙酸与硫酸亚铁复配,表现出缓解氟磺胺草醚对部分落叶乔木药害效果的协同增效,其原因应当是试验地点盐城市苗圃土壤偏碱性<sup>[18]</sup>,硫酸亚铁为偏酸性化合物,其施用后中和了土壤的部分碱性,土壤环境向有利于落叶乔木生长的方向改变,从而减轻了除草剂的药害。

本试验仅探讨了氟磺胺草醚这一除草剂对紫薇、朴树、栎树、红枫、樱花这部分落叶乔木药害的缓解方法,其他除草剂对其他园林植物药害的缓解方法有待进一步探讨。

#### 参考文献:

- [1] 顾双平,蔡立旺,姚立生.一例农用水源施用除草剂导致栽培茭药害纠纷的农业司法鉴定案例分析[J].江苏农业科学,2012,40(11):413-415.
- [2] 王焕民.磺酰脲类及咪唑啉酮类除草剂的特性及应用问题[J].

农药科学与管理,1995(1):18-21.

- [3] 于建垒,赵德友,刘炳海.乙草胺在大豆和土壤中的残留研究[J].农药,1998,37(1):28-30.
- [4] 韩嘉莱,张文吉.农药概论[M].北京:北京农业大学出版社,2000.
- [5] 湖南人文科技学院.一种植物源除草剂安全剂及缓解水稻药害的方法;201811277826X[P].2018-10-30.
- [6] 湖南农业大学.一种缓解乙草胺对水稻伤害的方法;200510031844.3[P].2007-07-18.
- [7] 湖南农业大学.一种保护水稻免遭乙草胺毒害的方法;200510031845.8[P].2008-06-11.
- [8] 湖南农业大学.一种缓解水稻免遭异丙甲草胺毒害的方法;200510031843.9[P].2008-06-11.
- [9] 湖南农业大学.一种利用花椒提取物缓解酰胺类除草剂对水稻毒害的方法;201010509639.4[P].2013-04-24.
- [10] 王恒亮,葛玉红,苏旺苍,等.不同缓解处理对氟磺胺草醚大豆药害的缓解效果研究[J].大豆科学,2013,32(5):676-679.
- [11] 卢向阳,徐筠.氟磺胺草醚对作物的药害及解决措施[J].农药,2006,45(5):350-352.
- [12] 王文明.水稻除草剂药害的缓解方法[J].南方农业,2018,12(16):42-44.
- [13] 国家质量技术监督局.农药田间药效试验准则(一)GB/T 17980.44-2000[S].北京:中国标准出版社,2000.
- [14] 韩庆保,蔡国祥.观赏月季田块杂草的化学防除试验[J].杂草科学,2015,33(1):57-60.
- [15] 黄建中,姚东瑞.杂草学[M].北京:中国农业科技出版社,1996.
- [16] 方仲达.植病研究方法[M].北京:北京农业出版社,1979.
- [17] 刘平,袁有禄,王沛政.减少乙草胺残留对后茬棉花药害方法的研究[J].创新与实践,2019,26(2):46-48.
- [18] 蔡国祥,刘桂州,贲坤杰,等.桑黑枯型疫病综合防治技术研究[J].蚕业科学,2008,34(1):111-114.

(上接第12页)

- [17] 柴冲冲,毛民,袁金凤,等.不同方法软化切制后的黄芩饮片颜色与5种黄酮类成分含量的相关性研究[J].中国中药杂志,2019,44(20):4467-4475.
- [18] 黄显章,高丽,张丹丹,等.不同产地金银花中4种黄酮成分的含量测定[J].南阳理工学院学报,2019,11(6):98-102.
- [19] 李川晶,南敏伦,赫玉芳,等.不同产地不同采收期紫花杜鹃药材中黄酮类成分的含量测定[J].药物分析杂志,2019,39(9):1689-1693.
- [20] 李彦,周晓东,楼浙辉,等.植物次生代谢产物及影响其积累的因素研究综述[J].江西林业科技,2012(3):55-60.
- [21] ITHAL N, REDDY A R. Rice flavonoid pathway genes, *OsDfr* and

*OsAns*, are induced by dehydration, high salt and ABA, and contain stress responsive promoter elements that interact with the transcription activator, *OsC1-MYB* [J]. Plant Science, 2004, 166(6):1505-1513.

- [22] JAAKOLA L, MAATTA-RIIHINEN K, KARENLAMPI S, et al. Activation of flavonoid biosynthesis by solar radiation in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) leaves [J]. Planta, 2004, 218(5):721-728.
- [23] 张伟伟,宋述尧,赵春波,等.不同品种番茄营养品质分析与评价[J].中国蔬菜,2011(18):68-73.
- [24] 杨利.萱草属植物营养成分分析及品质评价[D].长春:吉林农业大学,2014.