

火烧迹地土千年健对麻栎化感作用及其机理研究

李天星

(楚雄师范学院 化学与生命科学学院,云南 楚雄 675000)

摘 要:为探索火灾后化感作用对森林植被自然恢复的影响机制,选取滇中地区针阔混交林火烧迹地优势物种麻栎和土千年健,研究了土千年健水浸液对麻栎种子及其幼苗的化感作用和作用机理。结果表明:土千年健水浸液对麻栎种子萌发、麻栎幼苗主根长度及其鲜样质量和干样质量以及地上部分的高度及鲜样质量和干样质量的影响,呈现出低浓度促进,高浓度抑制的现象;随着土千年健水浸液浓度的增大,麻栎幼苗叶绿素含量逐渐降低,脯氨酸含量、丙二醛含量则逐渐升高,其对麻栎幼苗过氧化物酶活性的抑制作用也逐渐增强。研究发现,土千年健水浸液通过抑制保护酶活性和叶绿素的生成,增加膜脂过氧化伤害,抑制麻栎种子萌发和幼苗生长,从而表现出化感作用,且化感效应随着浓度的增加而增强。该研究为火灾后森林植被的人工恢复提供理论参考。

关键词:火烧迹地;化感作用;土千年健;麻栎

中图分类号:Q 145 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)13-0077-05

植物化感作用广泛存在于自然界中,是指植物之间通过化学物质相互影响的现象^[1],其对揭示植物群落的时空分布格局及其形成和演替的原因和机制,有非常重要的意义和价值^[2-6]。自 20 世纪 80 年代以来,我国各地森林火灾频繁发生,火烧迹地森林植被恢复工作任重而道远^[7]。探索火灾后化感作用对森林植被自然恢复的影响机制,是利用化感作用指导火烧迹地森林植被恢复工作的关键,而该领域的研究工作国内外尚鲜见报道。

土千年健(*Vaccinium fragile* Franch.)属杜鹃花科越橘属植物,对其的研究主要集中在功能性食品和药理方面,还未涉及到化感作用方面的研究。麻栎(*Quercus acutissima* Carr.)属壳斗科栎属植物,其以育苗造林为主的研究报道居多,化感作用方面的研究较少。森林生态系统中,乔木林下层的灌木对乔木产生化感作用,主要表现在对乔木种子萌发的抑制上,在长期野外实地调研

的基础上,该研究选取滇中地区针阔混交林火烧迹地优势物种土千年健和麻栎^[7],研究土千年健对麻栎的化感作用及其作用机理,为揭示火灾后化感作用对森林植被自然恢复的影响机制及火灾后森林植被的人工恢复提供理论依据和参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供体植物土千年健(*Vaccinium fragile* Franch.)的茎叶、根和受体植物麻栎(*Quercus acutissima* Carr.)的种子,均采自楚雄峨碌公园(东经 101°14'18"~101°32'12"、北纬 25°1'17"~25°6'14",总面积 26.5 hm²,海拔 1 774~2 128 m)内的火烧迹地^[7]。

1.2 试验方法

1.2.1 土千年健水浸液制备 为尽量模仿自然情况,将从火烧迹地采集的土千年健的地上部和地下部,分别剪成长 1 cm 左右的小段,洗净阴干,将地上和地下 2 部分置于蒸馏水中浸泡 48 h 后,以双层纱布抽滤,分别得到其地上部和地下部 5 种质量浓度的处理液(0.01、0.02、0.03、0.04、0.05 g·mL⁻¹),4℃保存备用。

1.2.2 种子萌发试验 采用育苗袋河沙混合土培法进行种子萌发试验。在育苗袋(24 cm×26 cm)内装晾晒杀菌的河沙混合土至袋子的 3/4 处,每袋内放入健康饱满的经消毒处理的麻栎种子 20 粒,分别用土千年健地上部和地下部水浸液进行喷洒至土壤湿润,每处理设 3 次重复,以蒸馏水为对照。

作者简介:李天星(1968-),男,彝族,云南永仁人,博士,教授,现主要从事植物生理生态学及景观生态学研究 and 生物学教育等工作。E-mail:lxhyhx@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31360102);云南省应用基础研究计划资助项目(2011FB089);云南省重点建设学科和楚雄师范学院重点学科建设资助项目(05YJJSXK03);楚雄师范学院院级学术骨干计划资助项目(2011《植物学》);云南省高校科技创新团队支持计划和云南省高校滇中民族植物学重点实验室资助项目(2011IRTSTYN)。

收稿日期:2016-02-14

1.3 项目测定

每天观察记录发芽(胚根或胚轴破皮 1~2 mm 时为萌发)种子的数量,直到种子不再萌发时为止,计算其发芽率和化感效应指数(RI), $RI=1-C/T$ (当 $T \geq C$ 时, $RI \geq 0$;当 $T < C$ 时, $RI < 0$)。式中, C 为对照值, T 为处理值。 $RI > 0$ 为促进效应, $RI < 0$ 为抑制效应。绝对值的大小代表化感作用强度的大小。测量幼苗高、茎叶鲜样质量和干样质量及其地下部的主根长、根鲜样质量和干样质量,并分别计算其化感效应指数(RI)。

脯氨酸(Pro)含量采用磺基水杨酸法测定;丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸(TBA)法测定;过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚法测定;叶绿素含量采用分光光度计法测定^[8-10]。最后分别计算各个生理指标的化感效应指数(RI)。

1.4 数据分析

采用 SPSS 17.0 软件对试验数据进行分析, LSD 显

著性在 0.05 水平上检测。

2 结果与分析

2.1 土千年健水浸液对麻栎种子萌发及其幼苗生长的影响

2.1.1 土千年健根水浸液对麻栎种子萌发及其幼苗生长的影响 由表 1、2 可知,土千年健根水浸液对麻栎种子萌发率的影响呈现出“低促高抑”的现象,不同浓度处理及其化感效应指数间都有显著差异。在供体水浸液浓度低于 $0.03 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,伴随供体水浸液浓度的升高,麻栎种子萌发率不断增加,化感效应指数不断增大,当供体水浸液浓度达到 $0.03 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,麻栎种子萌发率为 92%,比对照增加了 34 个百分点,化感效应指数达 0.37,表现出强烈的促进作用;当供体水浸液浓度增加到 0.04 、 $0.05 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,麻栎种子萌发率开始急剧下降,当供体水浸液浓度达到 $0.05 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,麻栎种子萌发率仅为 50%,比对照降低了 8 个百分点,化感效应指数

表 1 土千年健水浸液对麻栎种子萌发及其幼苗生长的影响

Table 1 Effect of *V. fragile* water extracts on seed germination and seedling growth of *Q. acutissima*

供体部位 Donor part	浓度 Concentration /($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	萌发率 Germination percentage/%	主根长 Main root length /cm	根鲜样质量 Root fresh weight /($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	根干样质量 Root dry weight /($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	苗高 Seedling height /cm	茎叶鲜样质量 Fresh weight of stem and leaf/($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)	茎叶干样质量 Dry weight of stem and leaf/($\text{g} \cdot \text{株}^{-1}$)
根 Root	0.00	58b	27.31c	1.36c	0.56d	21.4c	1.22c	0.51c
	0.01	67c	27.90d	1.45d	0.55c	22.3e	1.45d	0.54d
	0.02	75d	29.41f	1.55e	0.65f	21.9d	1.48e	0.60f
	0.03	92e	28.51e	1.62f	0.60e	23.4f	1.60f	0.57e
	0.04	58b	26.22b	1.27b	0.53b	20.1b	1.16b	0.50b
	0.05	50a	24.21a	1.16a	0.50a	19.4a	1.01a	0.41a
茎叶 Stem and leaf	0.00	58b	27.31b	1.36b	0.56c	21.4c	1.22b	0.51c
	0.01	75d	30.21e	1.93d	0.80f	27.5f	1.45e	0.56d
	0.02	83e	29.80d	2.01e	0.73e	26.4d	1.39d	0.65e
	0.03	75d	31.42f	2.38f	0.61d	26.6e	1.64f	0.65e
	0.04	67c	28.11c	1.37c	0.54b	20.9b	1.25c	0.50b
	0.05	50a	24.61a	1.18a	0.50a	20.3a	1.12a	0.48a

注:同列不同小写字母表示差异显著($\alpha=0.05$)。下同。

Note: Different small letters in the same column show significant difference (LSD) at 0.05 level. The same below.

表 2 土千年健水浸液对麻栎种子萌发及其幼苗生长的化感效应指数的影响

Table 2 Effect of *V. fragile* water extracts on RI of seed germination and seedling growth of *Q. acutissima*

供体部位 Donor part	浓度 Concentration /($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	萌发率 RI Germination percentage	主根长 RI Main root length	根鲜样质量 RI Root fresh weight	根干样质量 RI Root dry weight	苗高 RI Seedling height	茎叶鲜样质量 RI Fresh weight of stem and leaf	茎叶干样质量 RI Dry weight of stem and leaf
根 Root	0.00	0.00b	0.00c	0.00c	0.00c	0.00c	0.00c	0.00c
	0.01	0.13c	0.02d	0.06d	0.03d	0.04e	0.15d	0.06d
	0.02	0.23d	0.07f	0.12e	0.13f	0.02d	0.17e	0.15f
	0.03	0.37e	0.04e	0.16f	0.06e	0.09f	0.23f	0.11e
	0.04	0.01b	-0.04b	-0.07b	-0.07b	-0.06b	-0.05b	-0.01b
	0.05	-0.16a	-0.13a	-0.17a	-0.14a	-0.10a	-0.22a	-0.24a
茎叶 Stem and leaf	0.00	0.00b	0.00b	0.00b	0.00c	0.00c	0.00b	0.00c
	0.01	0.23d	0.10e	0.30d	0.29f	0.22e	0.16e	0.09d
	0.02	0.30e	0.08d	0.32e	0.23e	0.19d	0.12d	0.22e
	0.03	0.23d	0.13f	0.43f	0.07d	0.20d	0.25f	0.22e
	0.04	0.13c	0.03c	0.01c	-0.04b	-0.02b	0.02c	-0.01b
	0.05	-0.16a	-0.11a	-0.15a	-0.13a	-0.05a	-0.10a	-0.05a

为-0.16,表现出明显的抑制作用。土千年健根水浸液对麻栎幼苗根长、根鲜样质量和根干样质量的影响,也呈现出“低促高抑”的现象,不同浓度处理及其化感效应指数间均有显著差异。在供体水浸液浓度低于 $0.02\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,伴随供体水浸液浓度的升高,麻栎幼苗根长、鲜样质量和干样质量不断增加,化感效应指数不断增大,当供体水浸液浓度达到 $0.02\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗根长、鲜样质量和干样质量的化感效应指数分别达0.07、0.12、0.13,表现出强烈的促进作用;当供体水浸液浓度从 $0.03\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 增加到 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗根长、鲜样质量和干样质量开始急剧下降,当供体水浸液浓度达到 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗主根长、鲜样质量和干样质量的化感效应指数为分别达-0.13、-0.17、-0.14,表现出明显的化感抑制效应。土千年健根水浸液对麻栎幼苗苗高、茎叶鲜样质量和茎叶干样质量的影响,同样呈现出“低促高抑”的现象,不同浓度处理及其化感效应指数间有显著差异。在供体水浸液浓度低于 $0.03\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,伴随供体水浸液浓度的升高,麻栎幼苗苗高、茎叶鲜样质量和茎叶干样质量不断增加,化感效应指数不断增大,当供体水浸液浓度达到 $0.03\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗苗高、茎叶鲜样质量和茎叶干样质量的化感效应指数分别达0.09、0.23、0.11,表现出强烈的促进作用;当供体水浸液浓度从 $0.04\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 到 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗苗高、茎叶鲜样质量和茎叶干样质量开始急剧下降,当供体水浸液浓度达到 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗苗高、茎叶鲜样质量和茎叶干样质量的化感效应指数为分别达-0.10、-0.22、-0.24,表现出明显的抑制效应。

2.1.2 土千年健茎叶水浸液对麻栎种子萌发及其幼苗生长的影响 由表1、2可知,土千年健茎叶水浸液对麻栎种子萌发率的影响与根水浸液一样,呈现“低促高抑”的现象,不同浓度处理及其化感效应指数间都有显著差异。供体水浸液浓度低于 $0.02\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,伴随供体水浸液浓度的升高,麻栎种子萌发率不断增加,化感效应指数不断增大,当供体水浸液浓度达到 $0.02\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎种子萌发率为83%,比对照增加了25个百分点,化感效应指数达0.30,表现出明显的促进作用;当供体水浸液浓度从 $0.03\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 增加到 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎种子萌发率开始不断下降,当供体水浸液浓度达到 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎种子萌发率仅为50%,比对照降低了8个百分点,化感效应指数为-0.16,表现出明显的抑制效应。土千年健茎叶水浸液对麻栎幼苗根长、根鲜样质量和根干样质量的影响与根水浸液相同,呈现出“低促高抑”的现象,不同浓度处理及其化感效应指数间均

有显著差异。在供体水浸液浓度低于 $0.03\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,伴随供体水浸液浓度的升高,麻栎幼苗根长、鲜样质量和干样质量不断增加,化感效应指数不断增大,当供体水浸液浓度达到 $0.03\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗根长、鲜样质量和干样质量的化感效应指数分别达0.13、0.43、0.07,表现出明显的促进作用;当供体水浸液浓度增加到 0.04 、 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗根长、鲜样质量和干样质量开始急剧下降,当供体水浸液浓度达到 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗根长、鲜样质量和干样质量的化感效应指数为分别达-0.11、-0.15、-0.13,表现出明显的化感抑制作用。土千年健茎叶水浸液对麻栎幼苗苗高、茎叶鲜样质量和茎叶干样质量的影响与根水浸液相同,总体上呈现“低促高抑”的现象,不同浓度处理及其化感效应指数间有显著差异。在供体水浸液浓度低于 $0.03\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,伴随供体水浸液浓度的升高,麻栎幼苗苗高、茎叶鲜样质量和茎叶干样质量不断增加,化感效应指数不断增大,当供体水浸液浓度达到 $0.03\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗苗高、茎叶鲜样质量和茎叶干样质量的化感效应指数分别达0.20、0.25、0.22,表现出强烈的促进作用;当供体水浸液浓度增加到 0.04 、 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗苗高、茎叶鲜样质量和茎叶干样质量开始急剧下降,当供体水浸液浓度达到 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗苗高、茎叶鲜样质量和茎叶干样质量的化感效应指数为分别达-0.05、-0.10、-0.05,表现出明显的抑制效应。

2.2 土千年健水浸液对麻栎幼苗生理指标的影响

2.2.1 土千年健根水浸液对麻栎幼苗生理指标的影响

由表3、4可知,土千年健根水浸液对麻栎幼苗叶绿素a、叶绿素b和总叶绿素含量的影响,呈现出一边倒的抑制现象,但从总体上看,不同浓度处理及其化感效应指数间有显著差异。伴随着供体水浸液浓度的不断升高,麻栎幼苗叶绿素a、叶绿素b和总叶绿素含量不断下降,当供体水浸液浓度达到 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗叶绿素a、叶绿素b和总叶绿素含量的化感效应指数分别达-5.00、-8.20和-6.45,表现出非常强烈的化感抑制效应。土千年健根水浸液对麻栎幼苗过氧化物酶活性的影响,依然出现了一边倒的抑制现象,总体来讲,不同浓度处理及其化感效应指数间有显著差异。伴随着供体水浸液浓度的不断升高,麻栎幼苗过氧化物酶活性逐渐下降,当供体水浸液浓度达到 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时,麻栎幼苗过氧化物酶活性的化感效应指数为-0.26,表现出明显的化感抑制作用。土千年健根水浸液对麻栎幼苗丙二醛、脯氨酸含量的影响,出现了一边倒的促进现象,不同浓度处理及其化感效应指数间有显著差异。伴随着供体水浸液浓度的不断升高,麻栎幼苗丙二醛、脯氨

表 3 土千年健水浸液对麻栎幼苗生理指标的影响

Table 3 Effect of *V. fragile* water extracts on seedling physiological indexes of *Q. acutissima*

供体部位 Donor part	浓度 Concentration /(g · mL ⁻¹)	叶绿素 a 含量 Content of chlorophyll a /(mg · g ⁻¹)	叶绿素 b 含量 Content of chlorophyll b /(mg · g ⁻¹)	叶绿素含量 Content of chlorophyll /(mg · g ⁻¹)	过氧化物酶活性 POD activity /(U · g ⁻¹ · min ⁻¹)	丙二醛含量 MDA content /(μmol · g ⁻¹)	脯氨酸含量 Pro content /(μg · g ⁻¹)
根 Root	0.00	0.36e	0.46e	0.82f	31.4e	0.64a	14.9a
	0.01	0.31d	0.20c	0.51e	31.5e	1.14b	16.6b
	0.02	0.17c	0.24d	0.41d	30.9d	1.18c	17.8c
	0.03	0.17c	0.21c	0.38c	30.5c	1.27d	23.0d
	0.04	0.10b	0.14b	0.24b	26.8b	1.40e	26.5e
茎叶 Stem and leaf	0.05	0.06a	0.05a	0.11a	24.9a	1.49f	36.2f
	0.00	0.36d	0.46c	0.82d	31.4f	0.64a	14.9a
	0.01	0.50e	0.63e	1.13e	30.5d	0.73b	15.2b
	0.02	0.66f	0.70f	1.36f	30.9e	0.94c	15.5c
	0.03	0.29c	0.50d	0.79c	29.8c	1.10d	17.1d
	0.04	0.22b	0.24b	0.46b	28.2b	1.31e	18.1e
	0.05	0.15a	0.09a	0.24a	27.6a	1.39f	19.2f

表 4 土千年健水浸液对麻栎幼苗生理指标的化感效应指数的影响

Table 4 Effect of *V. fragile* water extracts on RI of seedling physiological indexes of *Q. acutissima*

供体部位 Donor part	浓度 Concentration /(g · mL ⁻¹)	叶绿素 a 含量 RI Content of chlorophyll a	叶绿素 b 含量 RI Content of chlorophyll b	叶绿素含量 RI Content of chlorophyll	过氧化物酶活性 RI POD activity	丙二醛含量 RI MDA content	脯氨酸含量 RI Pro content
根 Root	0.00	0.00e	0.00f	0.00f	0.00e	0.00a	0.00a
	0.01	-0.16d	-1.30c	-0.61e	0.00e	0.44b	0.10b
	0.02	-1.12c	-0.91e	-1.00d	-0.02d	0.46c	0.16c
	0.03	-1.12c	-1.19d	-1.16c	-0.03c	0.50d	0.35d
	0.04	-2.60b	-2.29b	-2.42b	-0.17b	0.54e	0.44e
茎叶 Stem and leaf	0.05	-5.00a	-8.20a	-6.45a	-0.26a	0.57f	0.59f
	0.00	0.00d	0.00c	0.00d	0.00f	0.00a	0.00a
	0.01	0.28e	0.27e	0.27e	-0.03d	0.12b	0.02b
	0.02	0.46f	0.49f	0.40f	-0.02e	0.32c	0.04c
	0.03	-0.24c	0.08d	-0.04c	-0.05c	0.42d	0.13d
	0.04	-0.64b	-0.92b	-0.78b	-0.11b	0.51e	0.18e
	0.05	-1.40a	-4.11a	-2.42a	-0.14a	0.54f	0.22f

酸含量都不断增加,当供体水浸液浓度达到 0.05 g · mL⁻¹时,麻栎幼苗丙二醛、脯氨酸含量的化感效应指数分别达 0.57、0.59,表现出明显的化感促进作用。

2.2.2 土千年健茎叶水浸液对麻栎幼苗生理指标的影响 由表 3、4 可知,土千年健茎叶水浸液对麻栎幼苗叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量的影响,呈现出“低促高抑”的现象,不同浓度处理及其化感效应指数间有显著差异。在供体水浸液浓度低于 0.02 g · mL⁻¹时,伴随供体水浸液浓度的升高,麻栎幼苗叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量都不断增加,化感效应指数不断增大,当供体水浸液浓度达到 0.02 g · mL⁻¹时,麻栎幼苗叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量的化感效应指数分别达 0.46、0.49、0.40,表现出强烈的促进作用;当供体水浸液浓度从 0.03 g · mL⁻¹增加到 0.04、0.05 g · mL⁻¹时,麻栎幼苗叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量开始急剧下降,供体水浸液浓度达到 0.05 g · mL⁻¹时,麻栎幼苗叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量的化感效应指数为分别达 -1.40、-4.11、-2.42,表现出非常明显的化感抑

制作用。土千年健茎叶水浸液对麻栎幼苗过氧化物酶活性的影响与根水浸液相同,依然呈现一边倒的抑制现象,但不同浓度处理及其化感效应指数间有显著差异。随着供体水浸液浓度的不断升高,麻栎幼苗过氧化物酶活性逐渐下降,当供体水浸液浓度达 0.05 g · mL⁻¹时,麻栎幼苗过氧化物酶活性的化感效应指数为 -0.14,表现出明显的化感抑制效应。土千年健茎叶水浸液对麻栎幼苗丙二醛、脯氨酸含量的影响与根水浸液相同,还是一边倒的促进现象,但不同浓度处理及其化感效应指数间有显著差异。伴随着供体水浸液浓度的不断升高,麻栎幼苗丙二醛、脯氨酸含量都不断增加,当供体水浸液浓度达到 0.05 g · mL⁻¹时,麻栎幼苗丙二醛、脯氨酸含量的化感效应指数分别达 0.54、0.22,表现出明显的化感促进作用。

3 讨论与结论

综上所述,和一般植物的化感研究结果相似^[11-16],土千年健根、茎叶水浸液对麻栎种子萌发及其幼苗主根长度、鲜样质量和干样质量以及地上部的茎高及鲜样质

量和干样质量的影响,也呈现出了低浓度促进、高浓度抑制的“低促高抑”现象;而且随着土千年健根、茎叶水浸液浓度的增大,麻栎幼苗叶绿素含量不断降低,但脯氨酸、丙二醛含量却逐渐升高,其对麻栎幼苗过氧化物酶活性的抑制作用也逐渐增强。

叶绿素含量的不断降低,必然导致麻栎幼苗光合作用的效率不断下降,从源头上抑制了麻栎幼苗的生长及其抗逆性^[17-20];过氧化物酶活性的不断下降,加剧了膜脂过氧化作用,导致膜脂质过氧化物产物丙二醛的积累^[17-20],而丙二醛的积累又进一步加剧了植物细胞乃至整个植株的受害程度,使脯氨酸含量也不断升高^[17-20],结合土千年健根、茎叶水浸液对麻栎种子萌发及其幼苗生长呈现出的“低促高抑”现象,可见,土千年健根、茎叶水浸液是通过抑制保护酶活性和叶绿素的生成,增加膜脂过氧化伤害,抑制麻栎种子萌发和幼苗生长,从而显示出化感效应的,且化感效应随着浓度的增加而增强。

对比土千年健的根和茎叶水浸液对麻栎种子萌发及其幼苗生长的化感效应结果,明显可见,根的化感效应指数的绝对值都是大于茎叶的化感效应指数的绝对值的(除了二者的萌发率化感效应指数相等外),说明土千年健的地下部对麻栎的化感作用大于土千年健的地上部对麻栎的化感作用,研究结果有利于人们探索火灾后化感作用对森林植被自然恢复的影响机制,为火灾后森林植被的人工恢复提供参考。

(致谢:感谢云南大学叶辉教授和杨树华教授给予的帮助。)

参考文献

- [1] RICE E L. Allelopathy[M]. 2nd ed. Orlando: Academic Press, 1984.
- [2] 段昌群. 生态科学进展: 第3卷[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.

- [3] 李绍文. 生态生物化学(2): 高等植物之间的生化关系[J]. 生态学报, 1989, 8(1): 66-70.
- [4] FITTER A. Making allelopathy respectable[J]. Science, 2003, 301: 1337-1338.
- [5] INDERJIT, DUKE S O. Ecophysiological aspects of allelopathy[J]. Planta, 2003, 217: 529-539.
- [6] MULLER C H. Allelopathy as a factor in ecology process[J]. Vegetation, 1969(18): 348-357.
- [7] 李天星, 徐建东. 滇中针阔混交林火烧迹地的天然更新[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(2): 285-288.
- [8] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 1990.
- [9] 张志良, 翟伟菁, 李小芳. 植物生理学实验指导[M]. 4版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [10] 中国科学院上海植物生理研究所. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [11] 孔垂华, 胡飞. 植物化感作用及其应用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [12] 阎凤鸣. 化学生态学[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2011.
- [13] 孔垂华, 姜永根. 化学生态学前沿[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [14] 梅玲笑, 陈欣, 唐建军. 外来杂草加拿大一枝黄花对入侵地植物的化感效应[J]. 应用生态学报, 2005, 16(12): 2379-2382.
- [15] 杨立学. 落叶松水浸液对胡桃楸种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(6): 1145-1147.
- [16] 曾大力, 钱前, 滕胜, 等. 水稻化感作用的遗传分析[J]. 科学通报, 2003, 48(1): 70-73.
- [17] 余叔文, 汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 1998.
- [18] 赵福庚, 何龙飞, 罗庆云. 植物逆境生理生态学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [19] 蒋高明. 植物生理生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [20] WALTER L. 植物逆境生理生态学[M]. 翟志席, 郭玉海, 马永泽, 等译. 北京: 化学工业出版社, 2004.

Allelopathy and Its Mechanism of Extract Solution of *Vaccinium fragile* on *Quercus acutissima* in Burned Forestlands

LI Tianxing

(School of Chemistry and Life Sciences, Chuxiong Normal University, Chuxiong, Yunnan 675000)

Abstract: In order to explore allelopathic effects on its mechanism of natural regeneration in burned forestlands, allelopathy and its mechanism of extract solution of *Vaccinium fragile* on seed germination and seedling growth of *Quercus acutissima* were studied with the selection of the two dominant species of coniferous broad-leaved forest in burned forestlands in central Yunnan Province. The results showed that seed germination, main root length and its fresh weight and dry weight of seedling, and seedling height and its fresh weight and dry weight of *Q. acutissima* were increased at lower concentration and decreased at higher concentration of extract solution of *V. fragile*. Content of chlorophyll and POD activity of seedling of *Q. acutissima* were gradually reduced, but MDA content and Pro content of seedling of *Q. acutissima* were promoted with the increasing concentration of extract solution of *V. fragile*. It was found that allelopathy of extract solution of *V. fragile* on *Q. acutissima* in burned forestlands occurred with the activity of enzyme and content of chlorophyll and seed germination and seedling growth inhibited and the degree of membrane lipid peroxidation strengthened. So the research would give us advice on man-made regeneration in burned forestlands.

Keywords: burned forestlands; allelopathy; *Vaccinium fragile* Franch.; *Quercus acutissima* Carr.