

中药提取液对稗草生长发育的影响

赵 权

(吉林农业科技学院 中药学院, 吉林 吉林 132101)

摘 要:以稗草为试材,以曼陀罗、苦参、核桃楸、黄连 4 种中药提取液为供试药剂,研究了不同浓度配比的中药提取液对稗草生长活性的影响。结果表明:浓度为 1:100 的核桃楸提取液和浓度为 1:100 的苦参提取液对稗草幼芽的抑制作用最大,抑制率分别为 71.8%和 74.4%;浓度为 1:400 的核桃楸提取液对稗草幼根的抑制作用较低,抑制率为 42.3%;浓度为 1:400 的黄连提取液对稗草幼根的抑制作用最低,抑制率为 11.3%;浓度为 1:100 的曼陀罗提取液显著地降低了稗草中可溶性糖和叶绿素的含量。4 种中药提取物对稗草的活性均有一定的抑制作用。

关键词:中药提取液;稗草;幼芽;幼根;叶绿素;可溶性糖

中图分类号:S 482.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)06-0167-05

截至目前,化学除草剂未能完全解决农、林、牧业的杂草危害问题,同时又导致了許多耐药性杂草种群的上升和抗除草剂杂草的出现,并对地下水的水质和食物链的循环造成了一定破坏。利用植物间异株克生作用控制杂草已受到人们的广泛关注,植物中的他感作用化合物是异株克生作用的基础。植物源他感物质有些已被开发成天然除草剂,如桉树脑、大豆根瘤生物毒素、独脚金酚和麦仙翁素等^[1-4]。他感物质是植物在生存竞争中发展起来的排他性化学武器,由植物所释放并对其它生物产生生理效应的次生代谢物质,存在于植物所有器官如根、茎、叶、花和种子中。植物源他感物质主要通过根系分泌、茎叶挥发、雨雾露淋洗、微生物分解植物残体等方式抑制其周围植物根尖生长点的细胞分裂,破坏植物正常的能量代谢,阻碍三磷酸腺苷的形成,抑制呼吸作用,干扰蛋白质的合成,破坏酶反应等,从而干扰或杀死杂草^[5-7]。

稗草(*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.)为禾本科植物,是北方地区危害较严重且具有一定代表性的杂草,多生于沼泽、沟渠旁、玉米田及稻田中。目前关于化学除草剂对杂草的防治已有一定的效果,但是随着时间的推移,很多杂草都产生了耐药性^[8-10]。为探究植物源他感物质对杂草的影响,该试验采用 4 种中药提取液对稗草活性进行了初步研究。

曼陀罗为茄科曼陀罗属植物,主要含东莨菪碱、莨菪碱,具有抑菌作用,郑秀芳等^[11]用曼陀罗生物碱提取液对几种植物种子萌发的影响进行研究得出,该提取液对植物种子的幼根及幼芽均有较高的抑制率,且抑制率

在 80%以上,因此具有良好的开发潜力和市场前景;苦参为豆科苦参属的植物,主要含生物碱,有关文献报道,苦参碱具有很强的抑菌作用^[12-13];核桃楸为胡桃科胡桃属落叶乔木,相关文献研究表明,核桃楸叶中主要含胡桃醌类物质,具有较强的抑菌作用^[14-17];黄连为毛茛科植物黄连属植物,具有抗病原微生物、解毒抗炎、解热,小檗碱有抗心律失常、降压、正性肌力、抑制血小板聚集作用^[18-21]。顾成波等^[22]、崔艳菊^[23]研究表明,黄连中的小檗碱对杂草的防除也有一定的效果。

该试验用不同浓度的曼陀罗种子、苦参、核桃楸叶、黄连 4 种中药初提取物处理稗草种子幼根及幼芽,研究 4 种中药提取物对稗草生长发育的影响,以期为进一步探究植物源他感物质对杂草的抑制作用提供依据,更可为寻找新除草作用化合物奠定基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

稗草种子、曼陀罗种子、核桃楸叶采自于吉林农业科技学院南校区,苦参、黄连在吉林大药房购买。葡萄糖标准溶液(100 $\mu\text{g/mL}$),蒽酮试剂,蒸馏水。天平,粉碎机,超声提取器,锥形瓶,抽滤机,旋转蒸发仪,容量瓶,移液管,量筒,滤纸,叶绿素测定仪,721 型紫外可见分光光度计(上海光谱仪器有限公司),水浴锅(金坛市医疗仪器厂 HH-S4)。

1.2 试验方法

药液的配比、幼根及幼芽的测定:称取植物样品 20 g,置于锥形瓶中,加入 100 mL 蒸馏水,用水浴锅连续浸提 3 次,每次 10 min,合并 3 次提取液,减压浓缩,配成质量浓度为干样 1 g/mL 的粗提液,置于冰箱中保存备用。4 种中药提取液均采用相同方法。在直径为 9 cm 的培养皿中铺 2 层滤纸,将植物样品粗提液均匀加到滤纸上,每处理 1 mL,待溶剂挥发干后加水 5 mL,播种稗

作者简介:赵权(1967-),男,博士,副教授,研究方向为森林植物资源利用。E-mail:zhaoquanbs@163.com.

收稿日期:2012-11-30

草种子,每培养皿播种同一稗草种子 100 粒。对照为用蒸馏水代替粗提液并作同样处理,所有处理均重复 3 次,然后置于 25℃ 温室中黑暗培养。根据对照生长情况,分别在 7 d 后测量稗草种子幼根和幼芽长度,计算生长抑制率,3 次重复取平均值。根(茎)生长抑制率 = [(对照根(茎)生长长度 - 处理根(茎)生长长度) / 对照根(茎)生长长度] × 100%。

1.3 项目测定

待幼苗出土 15 d 之后,用叶绿素测定仪测定叶绿素含量,并记录,测定方法参照张治安等^[24]的方法。叶片中还原性糖含量的测定采用蒽酮法^[24],并与叶绿素含量测定同步进行。

2 结果与分析

2.1 曼陀罗不同浓度提取物对稗草幼根抑制率的影响

由图 1 可以看出,曼陀罗在配比为 1 : 100 的浓度下对稗草幼根的影响较为明显,且抑制率在 60% 以上,而在 1 : 200 和 1 : 400 的浓度下对稗草的抑制率较低;对照对稗草幼根没有抑制作用。经 Tukey 法检验得出,CK 与 A、B、C 之间的 P 值均小于 0.01,而 A、C 之间的 $P=0.041 < 0.05$,A、B 和 B、C 的 P 值均大于 0.05,说明对照组与试验组之间差异极显著,配比浓度为 1 : 100 和 1 : 400 之间在 0.05 水平上有显著差异,其它任意两两间无显著差异。

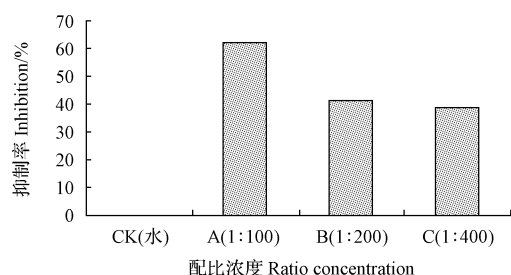


图 1 不同浓度曼陀罗提取物对稗草幼根抑制率的影响

Fig. 1 The effect of different concentrations of *Datura stramonium* L extracts on radicle inhibition of barnyard grass

2.2 苦参不同浓度提取物对稗草幼根抑制率的影响

由图 2 可以看出,苦参在配比为 1 : 100 的浓度下对稗草幼根的影响较为明显,抑制率为 64%,配比为

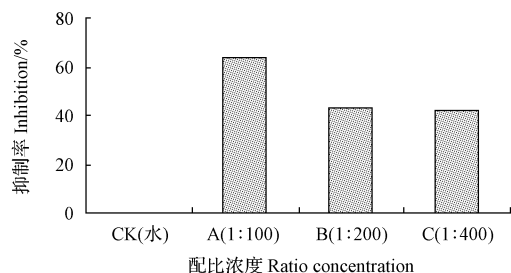


图 2 不同浓度苦参提取物对稗草幼根抑制率的影响

Fig. 2 The effect of different concentrations of *Sophora flavescens* extracts on inhibition of barnyard grass radicle

1 : 200 和 1 : 400 的浓度对稗草幼根抑制率较低,均在 50% 以下,二者之间差别较小;水对稗草幼根没有抑制作用。经 Tukey 法检验得出,CK 与 A、B、C 之间的 P 值小于 0.05 大于 0.01,而 A 与 B、A 与 C、B 与 C 之间的 P 值均大于 0.05,说明 CK 与 A、B、C 之间在 0.05 水平上有显著差异,而 A、B、C 两两之间差异不显著。

2.3 核桃楸不同浓度提取物对稗草幼根抑制率的影响

由图 3 可以看出,核桃楸在配比为 1 : 100 的浓度下对稗草幼根的抑制率最高,抑制率为 64.8%,而在 1 : 200 和 1 : 400 的浓度下对稗草的抑制率较低,均在 50% 以下;水对稗草幼根没有抑制作用。经 Tukey 法检验得出,CK 与 A、B 之间的 P 值均小于 0.01,而与 C 的 $P=0.069 > 0.05$,A、B、C 两两之间的 P 值均大于 0.05,说明 CK 与 A、B 之间在 0.01 水平上有极显著差异,与 C 的差异不显著,而 A、B、C 两两之间差异不显著。

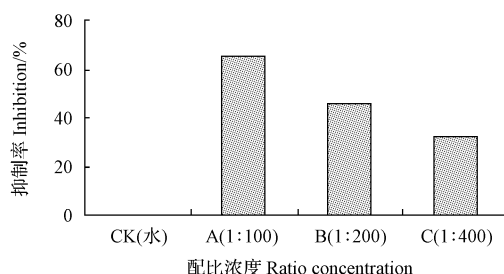


图 3 不同浓度核桃楸提取物对稗草幼根抑制率的影响

Fig. 3 The effect of different concentrations of *Juglans mandshurica* Maxim extracts on radicle inhibition of barnyard grass

2.4 黄连不同浓度提取物对稗草幼根抑制率的影响

由图 4 可以看出,黄连在配比为 1 : 100、1 : 200 浓度下对稗草幼根的影响较为明显,配比为 1 : 400 的浓度对其抑制率最低,仅达到 11.3%;水对稗草幼根没有抑制作用。经 Tukey 法检验得出,CK 与 A、B、C 之间的 P 值均小于 0.05,而 AB、AC、BC 三者之间的 P 值均大于 0.05,说明 CK 与 A、B、C 之间在 0.05 水平上有显著差异,而 A、B、C 两两之间差异不显著。

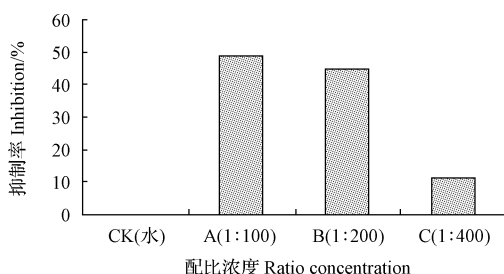


图 4 不同浓度黄连提取物对稗草幼根抑制率的影响

Fig. 4 The effect of different concentrations of *Coptis chinensis* Franch extracts on radicle inhibition of barnyard grass

2.5 同种浓度 4 种提取物对稗草幼根抑制率的比较

从图 5 可以看出,配比为 1 : 100 同种浓度的曼陀

罗、苦参、核桃楸对稗草幼根的抑制作用较强,抑制率都在 60%以上,且三者之间差异不明显;而配比在 1:100 的黄连对稗草幼根的抑制作用较弱。 F 检验得知,显著性 $P=0.005<0.01$,说明 3 种配比浓度之间对稗草幼根的抑制作用在 0.01 的水平下有极显著差异。由表 1 可以看出,在 1:100 的配比浓度下,曼陀罗、苦参、核桃楸、黄连对稗草幼根的抑制作用较高且四者之间无显著性差异,而黄连对稗草幼根的抑制作用偏低。在 1:200 和 1:400 的配比浓度下,4 种提取物对稗草幼根的抑制作用均较低且无显著差异性。在 1:400 的配比浓度下曼陀罗、苦参对稗草幼根的抑制作用较高且二者之间无显著差异,而黄连与核桃楸之间差异显著,与曼陀罗、苦参对稗草幼根的抑制作用存在极显著差异。

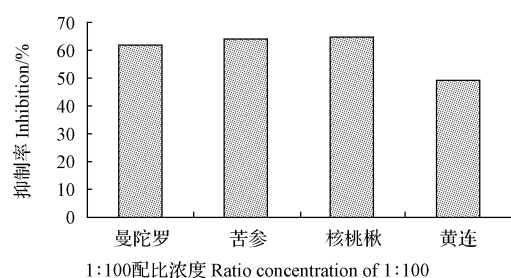


图 5 同种浓度 4 种提取物对稗草幼根抑制率的影响比较

Fig. 5 Comparative effects of four Chinese medicine extracts on radicle inhibition of barnyard grass

表 1 不同浓度 4 种提取物对稗草幼根抑制率的影响

Table 1 The effects of different extracts on radicle inhibition of barnyard grass %

	1:100	1:200	1:400
曼陀罗 <i>Datura stramonium</i> L	61.5aA	41.0bA	38.5cA
苦参 <i>Sophora flavescens</i>	64.0aA	43.1bA	42.3cA
核桃楸 <i>Juglans mandshurica</i> Maxim	64.8aA	45.6bA	32.2cAB
黄连 <i>Coptis chinensis</i> Franch	48.9aA	44.8bA	11.3dB

2.6 曼陀罗不同浓度提取物对稗草幼芽抑制率的影响

由图 6 可以看出,曼陀罗在配比为 1:100 的浓度下对稗草幼芽的抑制率较高,抑制率为 71.8%。在其它 2 种配比浓度下的抑制作用较低,且二者之间没有明显差异。对照对稗草幼芽没有抑制作用。经 Tukey 法检

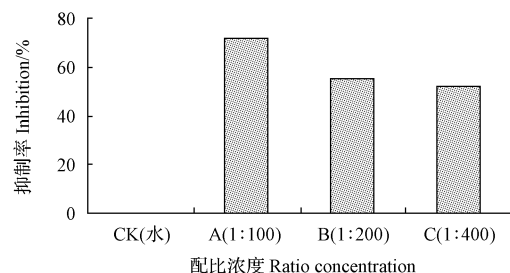


图 6 不同浓度曼陀罗提取物对稗草幼芽抑制率的影响

Fig. 6 The effect of different concentrations of *Datura stramonium* L extracts on plumule inhibition of barnyard grass

验得出,CK 与 A、B、C 之间的 P 值均小于 0.01,而 AB、AC 和 BC 之间的 P 值均大于 0.05,说明 CK 与 A、B、C 之间在 0.01 水平上有极显著差异,而 A、B、C 两两之间差异不显著。

2.7 苦参不同浓度提取物对稗草幼芽抑制率的影响

由图 7 可以看出,苦参在配比为 1:100 的浓度下对稗草幼芽的影响较为明显,且抑制率在 70%以上,其它 2 种配比浓度下的抑制作用较低,且二者之间没有明显差异。对照水对稗草幼芽没有抑制作用。经 Tukey 法检验得出,CK 与 A、B、C 之间的 P 值均小于 0.01,而 AB、AC、BC 三者之间的 P 值均大于 0.05,说明 CK 与 A、B、C 之间在 0.01 水平上有极显著差异,而 A、B、C 两两之间差异不显著。

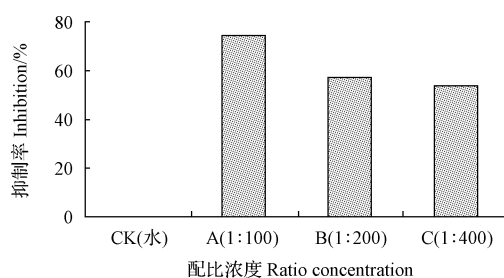


图 7 不同浓度苦参提取物对稗草幼芽抑制率的影响

Fig. 7 The effect of different concentrations of *Sophora flavescens* extracts on plumule inhibition of barnyard grass

2.8 核桃楸不同浓度提取物对稗草幼芽抑制率的影响

由图 8 可以看出,核桃楸在配比为 1:100 的浓度下对稗草幼芽的抑制率最高,抑制率为 68.6%,在 1:200 的浓度下抑制率为 63.5%,而 1:400 的浓度下的抑制率明显低于前 2 种浓度。对照水对稗草幼芽没有抑制作用。经 Tukey 法检验得出,CK 与 A、B、C 之间的 P 值均小于 0.05,而 AB、AC、BC 三者之间的 P 值均大于 0.05,说明 CK 与 A、B、C 之间在 0.05 水平上有显著差异,而 A、B、C 两两之间差异不显著。

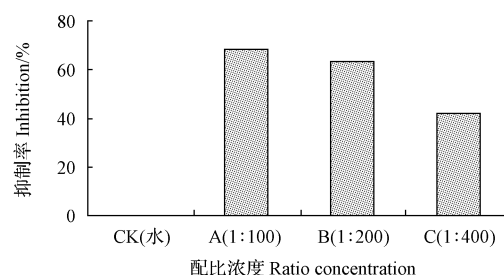


图 8 不同浓度核桃楸提取物对稗草幼芽抑制率的影响

Fig. 8 The effect of different concentrations of *Juglans mandshurica* Maxim extracts on plumule inhibition of barnyard grass

2.9 黄连不同浓度提取物对稗草幼芽抑制率的影响

由图 9 可以看出,黄连在配比为 1:100 的浓度下对稗草幼芽的抑制率较高,在 1:200 配比浓度下的抑制作用较低,1:400 浓度下最低,三者呈梯度降低。对照

水对稗草幼芽没有抑制作用。Tukey 法检验得出,CK 与 A、B、C 之间的 P 值均小于 0.05,而 AB、AC、BC 三者之间的 P 值均大于 0.05,说明 CK 与 A、B、C 之间在 0.05 水平上有显著差异,而 A、B、C 两两之间差异不显著。

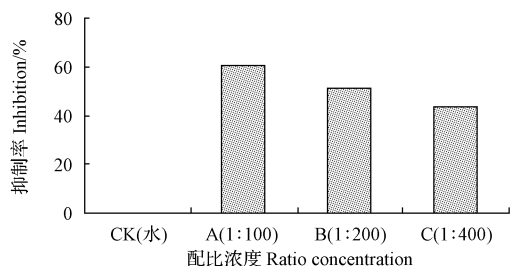


图9 不同浓度黄连提取物对稗草幼芽抑制率的影响

Fig. 9 The effect of different concentrations of *Coptis chinensis* Franch extracts on plumule inhibition of barnyard grass

2.10 同一浓度4种提取物对稗草幼芽抑制率的影响

由图10可以看出,4种中药提取物在1:100的配比浓度下,对稗草幼芽的抑制率均在60%以上,其中苦参对其抑制作用最强,抑制率为74.4%,黄连抑制作用最弱,抑制率为60.3%。 F 检验得知, $P=0.002<0.01$,说明曼陀罗、苦参、核桃楸3种配比浓度之间对稗草幼芽的抑制作用在0.01的水平下与黄连有极显著差异。从表2可以看出,在1:100的配比浓度下,曼陀罗、苦参、核桃楸对稗草幼芽的抑制作用较高且三者之间无显著差异,而黄连与曼陀罗、苦参的抑制作用差异显著,与核桃楸的抑制作用无显著差异。在1:200的配比浓度下,曼陀罗、苦参、核桃楸、黄连对稗草幼芽的抑制作用比较接近且无显著差异性,抑制率均达50%以上。在1:400的配比浓度下,4种提取物对稗草幼芽的抑制作用均较低且四者之间无显著差异。曼陀罗、苦参对稗草幼芽的抑制作用相对较高,而核桃楸、黄连对稗草幼芽的抑制作用相对较低。

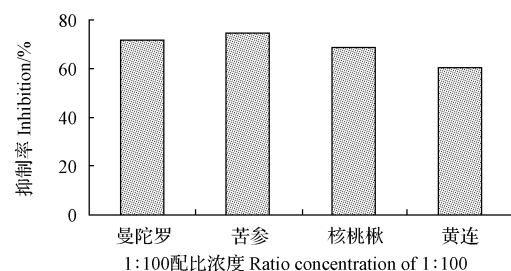


图10 同一浓度4种提取物对稗草幼芽抑制率的影响比较

Fig. 10 The effect of four Chinese medicine extracts on plumule inhibition of barnyard grass

2.11 同种浓度不同提取物对稗草叶绿素含量的影响

从图11可以看出,在配比为1:100的条件下,核桃楸的叶绿素含量为8.63、黄连的叶绿素含量为8.22、苦参的叶绿素含量为7.16、曼陀罗的叶绿素含量为5.27,对照组的叶绿素含量为9.98。说明曼陀罗在1:100

表2 不同浓度4种提取物对稗草幼芽影响的多重比较

Table 2 Multiple comparison of the effects of different extracts on plumule inhibition of barnyard grass %

	1:100	1:200	1:400
曼陀罗 <i>Datura stramonium</i> L.	71.8aA	55.4bB	51.9cC
苦参 <i>Sophora flavescens</i>	74.4aA	57.1bB	53.8cC
核桃楸 <i>Juglans mandshurica</i> Maxim	68.6abA	63.5bB	42.3cC
黄连 <i>Coptis chinensis</i> Franch	60.3bA	51.3bB	43.6cC

的配比浓度下对稗草叶绿素的含量影响最大,而核桃楸、黄连、苦参的叶绿素含量比较接近对照组,对稗草叶绿素的含量影响不明显。经 Tukey 法检验得出,CK 和曼陀罗 2 组之间所求得的 $P=0.003<0.01$,而其它的任意两两之间的 P 值均大于 0.05,这就说明 CK 与曼陀罗之间差异极显著,而其它任意两两之间差异不显著。从而得出在配比浓度为 1:100 的情况下,曼陀罗提取液对稗草叶绿素的含量影响最大,而苦参、核桃楸、黄连对其抑制作用不显著。

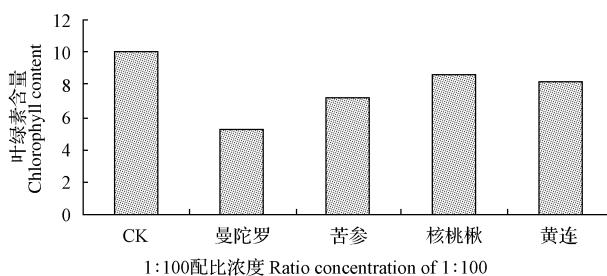


图11 同种浓度不同提取物对稗草叶绿素含量的影响

Fig. 11 The effects of different extracts on chlorophyll content of barnyard grass

2.12 同种浓度不同提取物对稗草可溶性糖含量的影响

从图12可以看出,对照组的可溶性糖含量最高,其次为黄连和苦参,核桃楸的可溶性糖含量较低,曼陀罗最低。说明曼陀罗在1:100的配比浓度下对稗草可溶性糖含量影响最大,核桃楸次之。而黄连、苦参比较接近对照组,且苦参和黄连对其有一定的抑制作用,但是效果不明显。经 Tukey 法检验得出,CK 和曼陀罗两组之间所求得的显著性 $P=0.0015<0.01$,与核桃楸 2 组

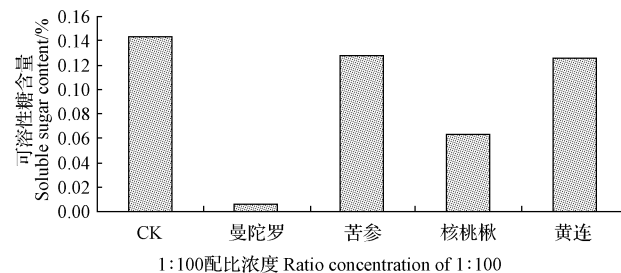


图12 同种浓度不同提取物对稗草可溶性糖含量的影响

Fig. 12 The effects of different extracts on soluble sugar content of barnyard grass

之间所求得的显著性 $P=0.034<0.05$,而其它的任意两两之间的 P 值均大于 0.05,这就说明 CK 与曼陀罗之间对稗草可溶性糖含量的影响在 0.01 水平下差异极显著,CK 与核桃楸之间对稗草可溶性糖含量的影响在 0.05 水平下有显著差异,而其它任意两两之间差异不显著。从而得出在配比浓度为 1:100 的浓度下,曼陀罗提取液对稗草叶绿素的含量影响最大,核桃楸次之,黄连、苦参对其抑制作用不显著。

3 结论与讨论

浓度为 1:100 的核桃楸提取液和浓度为 1:100 的苦参提取液对稗草幼芽的抑制作用最明显,抑制率分别为 71.8%、74.4%;浓度为 1:400 的核桃楸提取液对幼根的抑制作用较低,抑制率为 42.3%,浓度为 1:400 的黄连提取液对幼根的抑制作用最低,抑制率为 11.3%。浓度为 1:100 的曼陀罗提取液对稗草中叶绿素含量影响较大,叶绿素的含量明显降低;苦参、黄连、核桃楸对叶绿素的含量影响较小,与对照组无显著差异。浓度为 1:100 的曼陀罗提取液对稗草中可溶性糖含量影响最大,核桃楸次之,苦参、黄连对稗草可溶性糖的含量影响较小,与对照组无显著差异。

该试验所得的结果对探索开发利用植物源除草剂具有一定的指导意义。由于试验条件和试验时间有限,该试验所采用的配比浓度过于单一,且对于各种药物提取液中,具体是什么药用有效成分起作用,还不能得出一个很明确的结果,有待进一步研究。

参考文献

- [1] 强胜. 杂草学[M]. 北京:中国农业出版社,2001:11-13.
- [2] 申继忠. 植物间的他感作用与杂草防治[J]. 植物保护,1992,18(3):41-43.
- [3] 马永清,刘德立,Lovett J V. 杂草间的他感作用及其在杂草生防中的应用[J]. 生态学杂志,1991,10(5):46-49.
- [4] 吕春霞,杨文权,慕小倩. 植物化感作用及其在杂草防治中的应用[J]. 陕西农业科学,2002(12):18-20.
- [5] 李扬汉,冀玲惠. 有关真菌除草剂研究的进展[J]. 生物防治通报,1994,10(1):35-39.
- [6] 雷松僧. 谈生物除草剂[J]. 农药,1991,30(6):30,33.
- [7] 强胜. 生物除草剂的研究概况[J]. 杂草科学,1996(2):11-14,10.
- [8] 唐静. 几种玉米田除草剂的复配效应研究[D]. 长春:吉林农业大学,2006:14-16.
- [9] 罗铁军,李正名,赵卫光,等. 现代化学农药研究中值得注意的课题[J]. 农药,2001,40(10):1-6.
- [10] 王宏富,韩忻彦. 中国农田杂草可持续治理的现状与展望[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2002,22(3):274-277.
- [11] 郑秀芳,李彩霞,路海,等. 曼陀罗生物碱提取液对几种植物种子萌发的影响[J]. 种子,2007,26(4):38-40.
- [12] 彭浩,贺红武. 从天然产物源寻找新的除草作用机制[J]. 世界农药,2002,24(3):1-5.
- [13] 莫文妍,贺红武. 植物源除草活性物质研究进展[J]. 化学与生物工程,2005,22(8):7-9.
- [14] 由振国. 天然杀草化合物的开发与利用(上)[J]. 世界农业,1993(8):38-40.
- [15] 李效飞,冯化成. 治理杂草的天然化合物[J]. 世界农药,2000,22(3):20-24.
- [16] 徐冉,续荣治,王彩洁,等. 用荞麦秸秆粉防除杂草的初步研究[J]. 植物保护,2002,28(5):24-26.
- [17] 吴文君. 植物化学保护实验技术导论[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1988:41-43.
- [18] 张秀省. 常见植物性农药在无公害蔬菜生产中的应用[J]. 农业科技通讯,2003(6):35.
- [19] 张维库,白红进,田小卫,等. 牛心朴子生物活性的初步研究[J]. 农药,2004,43(5):214-216.
- [20] 崔艳菊. 天然产物除草剂的研究进展[J]. 植物医生,2009,22(1):4-5.
- [21] 张爱芹,王景顺. 植物源除草剂研究新进展[J]. 江苏农业科学,2006(5):57-59.
- [22] 顾成波,赵长山. 微生物及其天然产物防治杂草的发展及展望[J]. 农药科学与管理,2003,24(2):19-21.
- [23] 崔艳菊. 天然产物除草剂的研究进展[J]. 植物医生,2009,22(1):51-53.
- [24] 张治安,张美善,尉荣海. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004:65-90.

Influence of Traditional Chinese Medicine Extracs on Growth and Development of Barnyard Grass

ZHAO Quan

(Department of Traditional Chinese Medicine,Jilin Agricultural Science and Technology College,Jilin,Jilin 132101)

Abstract: Taking barnyard grass as test materials, *Datura stramonium* L, *Sophora flavescens*, *Juglans mandshurica* Maxim and *Coptis chinensis* Franch of four Chinese medicine extracts for elixir,the effect of barnyard grass activity with different ratio concentration were studied. The results showed that the concentration of 1:100 *Juglans mandshurica* Maxim extracts of plumule inhibitory action was the largest,the inhibition was 71.8%;the concentration of 1:400 *Coptis chinensis* franch extracts of radicle inhibitory action was the least,the inhibition was 11.3%. Concentration of 1:100 *Sophora flavescens* extracts of plumule inhibitory action was the largest,the inhibition was 74.4%;the concentration of 1:400 *Juglans mandshurica* Maxim extracts of radicle the inhibition of the minimum,the inhibition was 42.3%. The concentration of 1:100 *Datura stramonium* extracts reduced significantly the barnyard grass of soluble sugar and chlorophyll content. Four kinds of traditional Chinese medicine extracts had certain inhibition to the activity of barnyard grass.

Key words: Chinese medicine extracts;barnyard grass;plumule;radicle;chlorophyll;soluble sugar