

扁穗雀麦对白三叶和红三叶 的化感作用研究

田宏, 张鹤山, 蔡化, 王凤, 刘洋

(湖北省农业科学院畜牧兽医研究所 湖北省动物胚胎工程及分子育种重点实验室 湖北 武汉 430064)

摘要:以扁穗雀麦为供体,白三叶和红三叶为受体,采用培养皿滤纸法,研究扁穗雀麦茎叶和根提取液对受体种子萌发和幼苗生长的影响。结果表明,扁穗雀麦茎叶提取液对两种豆科牧草的发芽率有抑制作用,且随浓度的升高,抑制作用增强。25 g/L 茎叶提取液的低浓度处理对两种三叶草的苗高有促进作用,且差异显著;所有提取液处理对其根长均表现为抑制作用。50 g/L 根提取液对白三叶发芽率、苗高、根长均有较强的促进作用,但抑制红三叶的苗高和根长生长。各提取液对两豆科牧草幼苗鲜干重表现一致,均为抑制作用。同浓度处理下,白三叶对扁穗雀麦化感作用的敏感程度大于红三叶。

关键词:扁穗雀麦;化感作用;白三叶;红三叶

中图分类号:S543.8 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2012)03-0470-04

A Study on the Allelopathy of *Bromus cartharticus* Vahl on *Trifolium repens* L. and *Trifolium pratense* L.

TIAN Hong,ZHANG He-shan,CAI Hua,WANG Feng,LIU Yang

(Institute of Poultry and Veterinarian,Hubei Key Laboratory of Animal Embryo and Molecular Breeding, Hubei Academy of Agricultural Science, Wuhan 430209, China)

Abstract:The allelopathy of *Bromus cartharticus* Vahl on the seed germination and seedling growth of *Trifolium repens* and *Trifolium pratense* was studied by indoor Petri dish and filter paper bioassay. The results showed that the stem-leaf extract of *Bromus cartharticus* had inhibition on the germination percentage of two clovers. And with the concentration increased, the inhibition increased. 25 g/L concentrations of stem-leaf extract could significantly promote seedling height.All extract treatments inhibited root length. 50 g/L concentrations of root extract had a strong role in promoting the germination, seeding height and root length of *Trifolium repens*, but inhibited the seeding height and root length of *Trifolium pratense*. The fresh and dry weights of the two clovers were inhibited. *Trifolium repens* was more sensitive to the allelopathy of *Bromus cartharticus* than *Trifolium pratense* in the same concentration of extract.

Key words:*Bromus cartharticus*; allelopathy; *Trifolium repens*; *Trifolium pratense*

扁穗雀麦(*Bromus cartharticus* Vahl)又名野麦子、澳大利亚雀麦,禾本科雀麦属栽培种,一年生或短期多年生植物,原产南美洲的阿根廷,中国最早于20世纪40年代末期在南京种植,后传入内蒙古、新疆、青海、北京等地,为一年生;引入云南、四川、贵州、广西等地栽培表现为短期多年生。适应性强,有较强的再生性和分蘖能力,产草量高,适口性好,在南方是解决冬春饲料的优良牧草^[1]。

收稿日期:2011-10-21 修回日期:2012-02-24

基金项目:农业部畜牧总站项目(070401)、湖北省财政专项(2011-620-001-003)和动物胚胎工程及分子育种湖北省重点实验室开放课题

作者简介:田宏(1978—),助理研究员,硕士,主要从事牧草种质资源保护和育种研究,E-mail: thdzq@126.com;

*通讯作者,刘洋,研究员,E-mail: liuyang430209@163.com。

化感作用 (Allelopathy) 是指植物通过地上部分茎叶挥发、淋溶、残体分解、根系分泌等向环境释放一些化学物质, 从而对周围生物产生直接或间接作用, 这种作用包括促进和抑制两个方面, 可在种内或种间进行^[3]。近年来, 植物间化感作用的研究引起世界各国研究者的普遍重视, 而利用种间化感作用选择多层次多组分的人工混交植被类型也更为重要。为提高禾本科牧草人工草地质量, 我们开展了扁穗雀麦与豆科牧草白三叶和红三叶的混播试验, 结果表明混播草地可促进扁穗雀麦的植株生长, 增加牧草产量和质量^[3], 但为了进一步从化感作用的角度来说明禾本科和豆科牧草的这种相互促进作用, 以扁穗雀麦为主体, 白三叶和红三叶为受体, 进行混播草地间化感作用的初步研究, 目的为长江流域及以南地区合理进行禾-豆科混播提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

扁穗雀麦是湖北省农业科学院畜牧所 2003 年在武汉市江夏区采集的散逸种, 经多次单株选择混合收种形成的一个新品种, 2008 年参加国家草品种区域试验。同年 4 月在湖北省农科院畜牧所牧草试验地采集扁穗雀麦新品种营养期植株 (包括茎叶和根), 取回在实验室自来水下冲洗干净备用。受体种子白三叶和红三叶分别为本单位通过国家草品种审定委员会审定登记的新品种“鄂牧 1 号”白三叶 (*Trifolium repens* L. cv. Emu No.1) 和“巴东”红三叶 (*Trifolium pratense* L. cv. Badong)。

1.2 试验方法

1.2.1 供体样品的水分测定 将经自来水冲洗干净的扁穗雀麦植株在室内摊开, 自然晾晒, 多次翻动, 待样品阴干进行含水量的测定^[4]。取阴干样品 100 g, 3 份, 草样剪成 2~3 cm 的小段, 放烘箱中, 65~70 °C 条件下烘至恒重, 测含水量。含水量 = (阴干重 - 烘干重) / 阴干重 × 100%

1.2.2 提取液的制备 在室内将阴干的扁穗雀麦 (测定含水量为 65.4%) 茎叶和根分开, 剪成 0.5~1 cm 长的小段, 分别放入烧杯中。试验设 5 个处理, 分别为 A: 100 g/L 茎叶水溶液、B: 70 g/L 茎叶水溶液、C: 25 g/L 茎叶水溶液、D: 50 g/L 根水溶液、CK: 蒸馏水。按以上各质量密度加入蒸馏水充分摇匀, 室温下浸泡。48 h 后依次以定性滤纸和孔径 0.45 μm 的滤膜过滤, 得到各处理水提液, 4 °C 贮藏备用。

1.2.3 化感活性测定 化感活性测定采用培养皿滤纸法^[5]。将选择饱满、一致的白三叶和红三叶新品种种子用质量分数为 1% 的次氯酸钠消毒 5 min, 再用蒸馏水冲洗多次, 用滤纸吸干表面水分备用。在直径为 18 cm 的培养皿中放两层滤纸, 每皿放种子 100 粒, 按各处理加提取液和对照液 5 mL, 3 次重复。在恒温培养箱 25 °C 无光照培养, 种子萌发过程中, 每天加等量的蒸馏水保持滤纸湿润。

1.3 测定内容与方法

发芽的标准以胚芽长度达到种子长度的 1/2 为准^[6], 试验期间每天记录发芽情况, 直至不再发芽为止, 计算发芽率。第 7 天, 每皿随机取 10 个发芽种子, 测苗高和根长、鲜重和干重 (105 °C 杀青处理 1 h, 65 °C 烘干 48 h), 3 次重复。采用 Williamson 提出的敏感指数 (RI) 衡量扁穗雀麦水提液对受体白三叶和红三叶各测定指标的影响^[7]。RI = 1 - C/T, 其中 C 为测试项目的对照值, T 为处理值。当 RI > 0 时表示存在促进作用, 当 RI < 0 时表示存在抑制作用。RI 绝对值的大小表示化感作用强度的大小。

1.4 数据分析

应用 SPSS 软件对数据进行单因素方差分析, 采用新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 扁穗雀麦不同浸提液对白三叶和红三叶种子萌发率的影响

由表 1 可见, 扁穗雀麦茎叶提取液处理对白三叶种子的发芽率均有不同程度的抑制作用 (RI < 0), 处理 A、B、C 分别较 CK 的发芽率降低了 97.8%、35.32% 和 17.59%, 并随着茎叶提取液浓度的提高, 抑制作用强度增加, 白三叶种子发芽率逐渐降低, 且与对照的发芽率差异显著 (P < 0.05)。但扁穗雀麦 50 g/L 的根提取液对白三叶种子的萌发有稍微的促进作用 (RI = 0.01), 发芽率较对照提高 0.91%, 经方差分析, 两者差异不显著。扁穗雀麦茎叶提取液对红三叶种子的发芽率与白三叶基本一致, 在浓度较高的 A 和 B 处理下, 对种子萌发有一定的抑制作用 (RI < 0), 但当浓度降低到 25 g/L 时, 发芽率与对照相同, 为 58.3%, 根提取液对红三叶种子萌发也同样有促进作用 (RI = 0.01), 对各处理进行方差分析

发现, C 和 D 处理的发芽率与对照差异不显著。由敏感指数可见, 扁穗雀麦相同浓度的茎叶提取液对白三叶的抑制作用大于红三叶。

表 1 不同浸提液对白三叶和红三叶发芽率的影响

Tab.1 The effect of different extract concentrations on germination percentage of white and red clover

处理 Treatments	白三叶/% White clover		红三叶/% Red clover		
	发芽率 Germination rate	RI	发芽率 Germination rate	RI	RI
A	1.7d	-44.47	19.0b	-2.35	
B	50.0c	-0.57	28.0b	-1.20	
C	63.7b	-0.22	58.3a	0	
D	78.0a	0.01	59.0a	0.01	
CK	77.3a		58.3a		

同一列小写字母不同表示差异显著 ($p<0.05$), A: 100 g/L 茎叶水溶液、B: 70 g/L 茎叶水溶液、C: 25 g/L 茎叶水溶液、D: 50 g/L 根水溶液、CK: 蒸馏水。

Different small letters indicate the significant difference ($p<0.05$) in the same column. A-100 g/L stem and leaf water solution, B-70 g/L stem and leaf water solution, C-25 g/L stem and leaf water solution, D-50 g/L root water solution, CK-H₂O.

2.2 扁穗雀麦不同浸提液对白三叶和红三叶幼苗生长的影响

化感物质可通过抑制细胞分裂和伸长阻止胚根的生长进而抑制种子萌发和幼苗生长^[8], 因此本研究对豆科牧草种子苗高和根长进行了测定, 结果见表 2。扁穗雀麦 70 g/L 的茎叶提取液浓度对白三叶苗高有抑制作用 ($RI=-0.06$), 苗高较对照降低 5.26%, 经方差分析, 该浓度下的苗高和对照差异不显著。25 g/L 的茎叶提取液和 50 g/L 的根提取液对白三叶苗高均有促进作用 ($RI>0$), 其苗高较对照分别增加 22.81% 和 36.84%, 且差异达显著水平 ($p<0.05$)。但扁穗雀麦无论是茎叶提取液还是根提取液均对白三叶根长有较强的抑制作用 ($RI<0$), 且随着浓度的增加抑制作用强度增加。

扁穗雀麦茎叶提取液对红三叶苗高的影响与白三叶略有不同, 除 25 g/L 的茎叶提取液对红三叶苗高有促进作用外 ($RI=0.06$), 其余处理均表现为抑制作用 ($RI<0$), 且随着提取液浓度的提高, 抑制作用强度增加。所有处理对红三叶根长的影响表现一致, 均存在较强的抑制作用 ($RI<0$), 各提取液对根长的抑制与对照相比达显著水平 ($p<0.05$)。从敏感指数看, 相同浓度下, 扁穗雀麦茎叶和根提取液对白三叶苗高的影响小于红三叶, 但对根长的影响与之相反。

表 2 不同浸提液对白三叶和红三叶苗高/根长的影响

Tab.2 The effect of different extract concentrations on seeding height and root length of white and red clover

处 理 Treatments	白三叶/cm White clover				红三叶/cm Red clover			
	苗高/cm Height	RI	根长 Length	RI	苗高/cm Height	RI	根长 Length	RI
A	-	-	-	-	1.07c	-0.43	0.25d	-6.72
B	0.54b	-0.06	0.22c	-7.66	1.21bc	-0.20	0.31d	-5.62
C	0.70a	0.19	0.74b	-1.54	1.55a	0.06	1.09c	-0.78
D	0.78a	0.27	0.80b	-1.38	1.31abc	-0.11	1.40b	-0.38
CK	0.57b		1.87a		1.45ab		1.93a	

因扁穗雀麦 0.1 g/mL 浓度下的茎叶提取液对白三叶种子萌发影响极大, 发芽数仅平均 1.7 个, 不足测定数据, 因此没有进行幼苗生长特性的测定。同一列小写字母不同表示差异显著 ($p<0.05$)。A: 100 g/L 茎叶水溶液、B: 70 g/L 茎叶水溶液、C: 25 g/L 茎叶水溶液、D: 50 g/L 根水溶液、CK: 蒸馏水。

The stem and leaf extract of 100 g/mL concentration have significant effect to the germination of white clover seed. Germination number is about 1.7 and the data is not determined. So, there is no determination of properties of seedling growth. Different small letters indicate the significant difference ($p<0.05$) in the same column. A-100 g/L stem and leaf water solution, B-70 g/L stem and leaf water solution, C-25 g/L stem and leaf water solution, D-50 g/L root water solution, CK-H₂O.

2.3 扁穗雀麦不同浸提液对白三叶和红三叶鲜干重的影响

扁穗雀麦茎叶和根提取液对白三叶和红三叶的幼苗鲜、干重均表现为抑制作用 (表 3), 且随着提取液浓度的增加, 抑制作用增强。同浓度处理下, 扁穗雀麦对白三叶鲜干重的敏感指数绝对值要大于红三叶。

表3 不同浸提液对白三叶和红三叶鲜干重的影响

Tab.3 The effect of different extract concentrations on fresh and dry weight of white and red clover

处 理 Treatments	白三叶 White clover				红三叶 Red clover			
	鲜重/g Fresh weight	RI	干重/g Dry weight	RI	鲜重/g Fresh weight	RI	干重/g Dry weight	RI
A	-	-	-	-	0.102 5c	-0.84	0.010 4c	-0.20
B	0.036 8c	-0.84	0.002 4ab	-0.71	0.113 2c	-0.64	0.010 9b	-0.15
C	0.040 4c	-0.67	0.002 8b	-0.46	0.153 2b	-0.21	0.010 8b	-0.17
D	0.052 3b	-0.29	0.003 7a	-0.13	0.166 3ab	-0.12	0.011 2b	-0.12
CK	0.067 4a		0.004 1a		0.184 6a		0.012 5a	

同一列小写字母不同表示差异显著 ($p < 0.05$)。A: 100 g/L 茎叶水溶液、B: 70 g/L 茎叶水溶液、C: 25 g/L 茎叶水溶液、D: 50 g/L 根水溶液、CK: 蒸馏水。

Different small letters indicate the significant difference ($p < 0.05$) in the same column. A-100 g/L stem and leaf water solution, B-70 g/L stem and leaf water solution, C-25 g/L stem and leaf water solution, D-50 g/L root water solution, CK-H₂O.

3 讨论与结论

植物化感作用对受体的抑制或促进一般均通过对种子萌发、苗高、根长等来表达,不同植物对受体抑制或促进性能存在较大差异。扁穗雀麦茎叶提取液对豆科牧草白三叶和红三叶种子的发芽率均有一定程度的抑制作用,幼苗根长受到阻碍,高浓度下甚至有扭曲现象,尤其红三叶种子在扁穗雀麦茎叶提取液作用下腐烂现象严重,但在根提取液下无此现象,白三叶也有少量种子腐烂,但较红三叶好,分析出现这种现象可能与扁穗雀麦提取液中某些化学成分的毒害作用有关,化感物质的影响导致细胞膜透性增加,细胞质外渗,最终死亡或腐烂,停止生长,该结果与许岳飞等人^[10-11]对木豆与6种灌草间的化感作用研究结果相一致^[9]。TURK和TAWAHA也认为,植物间发生化感作用,释放的化学物质最先与胚根接触,因此多数情况下,化感作用对胚根的影响要大于胚芽。翟梅枝等^[12]对草地早熟禾研究发现,在幼苗生长阶段,各提取液对根生长的抑制作用均大于对苗高的抑制作用。

自然界中,水溶性化感物质主要通过雨水和雾滴的淋溶而进入土壤发生化感作用^[13]。土壤中化感物质的含量受到多种因素的影响,包括凋落物的密度、分解速度及降雨量等^[14-15],当化感物质在土壤中积累一定量后,才会抑制植物种子萌发和幼苗生长,从而影响植物的竞争力^[16-17]。植株不同部位提取液,对受体的化感作用也不同,沙打旺^[18]在营养生长期均表现为茎叶水提取液对受体幼苗胚根、胚芽的化感抑制作用大于根提取液的。税军峰等人^[19]研究白三叶不同部位对黑麦草和弯叶画眉草的化感作用也表现出茎叶提取液大于根系提取液。本试验扁穗雀麦茎叶水提取液对白三叶和红三叶的发芽也表现出抑制作用,这一结果与其他研究者基本一致。50 g/mL根提取液却表现出促进作用,但因本试验根系提取液浓度只设了一个梯度,所以是否根提取液在其他浓度,比如高于该浓度下也有促进作用,还需做进一步的研究。

(1)扁穗雀麦 50 g/L 根提取液对白三叶和红三叶萌发均有促进作用,发芽率相对对照分别提高 0.91%和 1.20%。茎叶提取液各浓度对两种豆科牧草都有抑制作用,且随浓度的增加,抑制作用加强。相同浓度处理下,扁穗雀麦对白三叶的化感抑制作用大于红三叶。

(2)扁穗雀麦 25 g/L 的茎叶提取液和 50 g/L 根提取液对白三叶苗高有较强的促进作用,苗高较对照分别增加 22.81%和 36.84%,差异达显著水平。在红三叶苗高方面,除 25 g/L 的茎叶提取液有促进作用外,其余处理均表现为抑制作用。扁穗雀麦无论茎叶提取液还是根提取液对白三叶和红三叶根长均表现为抑制作用,且随提取液浓度的增加,抑制作用增强。同浓度处理下,白三叶苗高受抑制程度小于红三叶,而根长受抑制程度大于红三叶。

(3)扁穗雀麦茎叶和根提取液对白三叶和红三叶的幼苗鲜、干重均表现为抑制作用,且随着提取液浓度的增加,抑制作用增强。同浓度处理下,扁穗雀麦对白三叶鲜干重的敏感指数绝对值大于红三叶。

参考文献:

- [1] 中国饲用植物志编辑委员会.中国饲用植物志(第2卷)[M].北京:农业出版社,1989:12-14.
- [2] Rice E L. AlleloPathy [M].Orlando Florida: Academic Press, 1984:207-225.

(下转第 482 页)

- [10] 钟平生,梁广文,曾玲. 薇甘菊乙醇提取物对褐稻虱种群的干扰作用[J]. 安徽农业大学学报, 2008,35(2):254-257
- [11] 钟平生,梁广文,曾玲. 飞机草乙醇提取物对褐稻虱种群的干扰作用[J]. 植物保护, 2008,34(3):61-64.
- [12] 钟平生,梁广文,曾玲. 3种植物乙醇提取物对稻田捕食性天敌的毒杀作用[J]. 河南农业大学学报, 2011,45(1):75-78.
- [13] 岑伊静,庞雄飞,徐长宝,等. 薇甘菊乙醇提取物对桔全爪螨种群的控制作用[J]. 应用生态学报, 2005,16(4):754-757.
- [14] 周琼,梁广文,曾玲等. 植物提取物和药剂对蔬菜蚜虫种群的联合控制作用[J]. 应用生态学报, 2005,14(7):1317-1321.
- [15] 钟平生,梁广文,曾玲. 非嗜食植物次生化合物对褐稻虱实验种群的控制作用[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2004, 17(2):13-18.
- [16] 钟平生,梁广文,曾玲. 3种植物提取物及其组合对稻田天敌群落的影响[J]. 中国生物防治学报, 2011,27(2):202-206.
- [17] 洗继东,庞雄飞. 植物乙醇提取物对小菜蛾实验种群作用的研究[C]//中国昆虫学会. 走向 21 世纪的中国昆虫学. 北京:中国科学技术出版社, 2000:722-726.
- [18] 洗继东,詹根祥,曾玲,等. 植物乙醇提取物对美洲斑潜蝇寄生性天敌的影响[J]. 昆虫天敌, 2002,24(1):1-6.
- [19] 洗继东,庞雄飞,曾玲. 异源次生化合物对美洲斑潜蝇种群控制作用的田间试验[J]. 应用生态学报, 2003,14(1):97-100.

(上接第 473 页)

- [3] 田宏,刘洋,张鹤山,等. 扁穗雀麦单混播草地产草量和品质的研究[J]. 江西农业大学学报, 2011,33(2):0228-0234.
- [4] 韩建国. 实用牧草种子学[M]. 北京:中国农业大学出版社, 1997:153-155.
- [5] 余叔文. 植物生理与分子生物学[M]. 北京:科学出版社, 1992:132-134.
- [6] 任子君,高俊红,易东海,等. 百部提取物对番茄陈种子的化感作用[J]. 江西农业大学学报, 2009,31(3):477-480.
- [7] Williamson, G B, Richardson D. Bioassays for allelopathy: Mersuring treatment responses with independtent controls[J]. Chem Ecol, 1988, 14(1):181-187.
- [8] 杨期和,叶万辉,廖富林,等. 植物化感物质对种子萌发的影响[J]. 生态学杂志, 2005,24(12):1459-1465.
- [9] 许岳飞,毕玉芬,金晶炜. 木豆化感作用对 6 种灌草种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 云南农业大学学报, 2008,23(3):375-380.
- [10] TURK M A, TAWAHA A M. Inhibitory effects of aqueous extracts of black mustard on germination and growth of lentil [J]. Pak J Agronomy, 2002,1(1):28-30.
- [11] TURK M A, TAWAHA A M. Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.) [J]. Crop Protection, 2003,22:673-677.
- [12] 翟梅枝,张风云,田治国,等. 不同季节草地早熟禾的化感作用研究[J]. 西北林学院学报, 2006,21(6):154-157.
- [13] 宋启示. 有机体之间化学相互作用的研究及其应用[J]. 生态学杂志, 1993,12(1):45-48.
- [14] 黎华寿,黄京华,张修玉,等. 香茅天然挥发物的化感作用及其化学成分分析[J]. 应用生态学报, 2005,16(4):763-767.
- [15] 王俊峰,冯玉龙. 光强对两种入侵植物生物量分配、叶片形态和相对生长速率的影响[J]. 植物生态学报, 2004,28(6):781-786.
- [16] 孔垂华,徐涛,胡飞. 胜红蓟化感作用研究 II. 主要化感物质的释放途径和活性[J]. 应用生态学报, 1998,9(3):257-260.
- [17] MOLLY E H, ERIC S M. Allelopathic effects and root distribution of *Ceratiola ericdid* (Empetraceae) on seven rosemary scrub species [J]. American Journal of Botany, 2002, 89 (7): 1113-1118.
- [18] 于福科,黄新会,马永清. 不同生长期沙打旺不同部位及其植株的化感作用研究[J]. 草业学报, 2008,17(5):76-83.
- [19] 税军峰,张玉琳,马永清. 白三叶对黑麦草、弯叶画眉草的化感作用初探[J]. 草业科学, 2007,24(1):48-51.