

文章编号:1001-1498(2015)05-0674-07

# 薄壳山核桃叶及青皮水浸液对3种植物的化感作用

张 权<sup>1,2</sup>, 傅松玲<sup>1\*</sup>, 姚小华<sup>2</sup>, 滕建华<sup>3</sup>, 邵慰忠<sup>4</sup>, 任华东<sup>2</sup>, 王开良<sup>2</sup>, 常 君<sup>2</sup>

(1. 安徽农业大学林学与园林学院, 安徽 合肥 230036; 2. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 杭州 311400;  
3. 浙江省金华市婺城区东方红林场, 浙江 金华 321025; 4. 浙江省建德市林业技术推广中心, 浙江 建德 311600)

**摘要:**采用蒸馏水浸提法收集薄壳山核桃叶及青皮化感物质,运用室内生物测定法检测其不同浓度(0.005、0.01、0.1 g·mL<sup>-1</sup>)浸提液对小麦、油菜和绿豆种子萌发和幼苗生长的影响。结果表明:薄壳山核桃叶及青皮水浸液处理对3种受体植物的种子萌发和幼苗的苗高基本上表现为“低(0.005 g·mL<sup>-1</sup>)促高(0.1 g·mL<sup>-1</sup>)抑”的双重浓度效应,个别受体植物的化感作用虽然表现不同于“低促高抑”的整体趋势,但随着浓度的增加也表现为促进作用降低或抑制作用增强的现象;对3种受体植物根长的抑制作用大于对苗高的抑制作用,而对幼苗鲜质量、干质量的影响则因受体种类的不同而不同。薄壳山核桃叶水浸液处理对3种受体植物的综合化感效应依次为:油菜>小麦>绿豆;青皮水浸液处理对3种受体植物的综合化感效应依次为:小麦>油菜>绿豆。综合3种受体植物的化感效应认为,在相同浓度下,薄壳山核桃叶水浸液处理对3种受体植物的促进作用最强,而青皮水浸液处理对3种受体植物的抑制作用最强。

**关键词:**薄壳山核桃;水浸液;受体植物;化感作用

中图分类号:S664

文献标识码:A

## Allelopathic Effects of Water Extractions from Leaves and Husks of *Carya illinoensis* on Three Plant Species

ZHANG Quan<sup>1,2</sup>, FU Song-ling<sup>1</sup>, YAO Xiao-hua<sup>2</sup>, TENG Jian-hua<sup>3</sup>, SHAO Wei-zhong<sup>4</sup>, REN Hua-dong<sup>2</sup>,  
WANG Kai-liang<sup>2</sup>, CHANG Jun<sup>2</sup>

(1. School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, Anhui, China;

2. Research Institute of Subtropical Forestry, Chinese Academy of Forestry, Hangzhou 311400, Zhejiang, China;

3. Dongfanghong Forest Farm of Wucheng District of Jinhua City, Zhejiang Province, Jinhua 321025, Zhejiang, China;

4. Forestry Promotion Center of Jiande City, Zhejiang Province, Jiande 311600, Zhejiang, China)

**Abstract:** In order to probe the allelopathic from leaves and husks of *Carya illinoensis*, the effects of different concentrations (0.005, 0.01, and 0.1 g·mL<sup>-1</sup>) of water extractions from leaves and husks of *C. illinoensis* on the seeds and plants of *Triticum aestivum*, *Brassica napus*, and *Vigna radiata* were studied with indoor bio-assay. The results showed that water extractions improved seed germination plant height of tested plants in low levels (0.005 g·mL<sup>-1</sup>), whereas inhibited in high levels (0.1 g·mL<sup>-1</sup>). Some plants showed improved or inhibited effect within the scope of its concentration, but with the increase of concentration they also performed the promoting effect to reduce or inhibition enhance. The inhibitory effect of water extractions from leaves and husks of *C. illinoensis* on root length was higher than on shoot height for 3 crop species, but had different impacts on the fresh and dry weight

收稿日期:2015-03-02

基金项目:国家林业局“948”引进项目“薄壳山核桃优质苗木繁殖技术引进”(2006-4-82);浙江省重大科技专项计划项目“薄壳山核桃资源评价及新品种选育”(2012C12904-13);国家“十二·五”科技支撑计划项目“华东区长核桃高效生产关键技术研究示范”(2013BAD14B0104)

作者简介:张 权(1989-),男,江苏徐州人,硕士研究生,主要从事园林植物与观赏园艺研究。

\* 通讯作者:教授,博士生导师. E-mail:fusongling@ahau.edu.com

of receptors due to variant species. The order of the synthesis effects of water extractions from leaves of *C. illinoensis* on 3 plant species is *T. aestivum* > *V. radiata* > *B. napus*. The order of the synthesis effects of water extractions from husks of *C. illinoensis* on 3 plant species is *T. aestivum* > *B. napus* > *V. radiata*. To synthesize the allelopathic effect of 3 plant species, the promoting effect of water extractions from leaves of *C. Illinoensis* on 3 plant species is higher, but the inhibition of water extractions from husks of *C. illinoensis* on 3 plant species is higher in the same concentration.

**Key words:** *Carya illinoensis*; water extraction; receiver plants; allelopathic effects

植物化感作用是指植物化感物质对环境其它植物有利或不利的作用,又有人称之为植物的相生相克或他感作用<sup>[1-3]</sup>。它是通过化感物质的释放而得以实现。化感物质是植物的次生代谢物质,是生物体内产生的非营养性物质,能影响其它植物生长、健康、行为或群体关系<sup>[2-6]</sup>。孔垂华等<sup>[3]</sup>提到化感物质是指植物所产生的影响其它生物生长、行为和种群生物学的化学物质,不仅包括植物间的化学作用物质,也包括植物和动物间的化学作用物质。化感作用的本质是一种植物通过向体外释放化学物质去影响其它植物的种种生理活动而引起抑制或促进作用<sup>[7]</sup>。

近年来,植物化感作用的研究已成为热点,研究者多采用生物测定等方法探讨化感作用物质种类、机理及其影响因素,其中,对胡桃科(Juglandaceae)植物的研究多集中在核桃属(*Juglans* L.)植物,研究表明,核桃(*J. regia* L.)产生的化感物质会抑制杂草的生长<sup>[8]</sup>。对山核桃属(*Carya* Nutt.)植物化感作用的研究报道较少。薄壳山核桃(*C. illinoensis* (Wangench.) K. Koch)为山核桃属高大乔木,研究薄壳山核桃化感作用可为薄壳山核桃林下种植植物的筛选提供理论依据,对合理安排轮作、间作及经营措施<sup>[9-10]</sup>、提高单位面积土地利用效率具有重要的指导意义。本文通过作物种子萌发及幼苗生长试验初步研究薄壳山核桃叶和果实青皮提取物的化感作用,旨在为薄壳山核桃林下选择适宜的搭配物种,优化现有的经营模式提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试薄壳山核桃(7年生)叶片及果实青皮于2014年9月采集于浙江金华市婺城区东方红林场,洗净、风干、粉碎后,封于塑料袋中备用。受体材料为小麦(*Triticum aestivum* L.)、绿豆(*Vigna radiata* (Linn.) Wilczek.)和油菜(*Brassica napus*

L.)3种农作物,均购于杭州绿丰种子有限公司。试验中,选取颗粒饱满、均匀的种子作为试验对象,经检验测得小麦、绿豆、油菜的百粒质量分别为5.03、6.69、0.4 g。

### 1.2 试验方法

1.2.1 供体水浸液制备 根据王辉<sup>[11]</sup>的制备方法略有改动,将阴干的薄壳山核桃叶及果实青皮,分别用粉碎机粉碎,以5 g干粉:50 mL蒸馏水的比例在20℃室温下浸泡24 h后,用超声波震荡浸提30 min,然后离心过滤得到0.1 g·mL<sup>-1</sup>的浸提母液;将母液用蒸馏水稀释成0.01 g·mL<sup>-1</sup>和0.005 g·mL<sup>-1</sup>浓度后,保存于4℃冰箱中待用。

1.2.2 化感作用测定 试验前将各受试植物种子用10 g·L<sup>-1</sup>高锰酸钾溶液消毒处理15 min,蒸馏水反复冲洗至高锰酸钾完全洗净,然后用温水浸种48 h,并用滤纸吸干种子表面多余水分。种子萌发采用培养皿室内模拟法,在直径9 cm的培养皿中铺3层滤纸,每皿放绿豆、小麦和油菜种子各100粒,并加入不同浓度供试水浸液15 mL。水浸液为0.005、0.01、0.1 g·m<sup>-1</sup>的薄壳山核桃叶及青皮水浸液,每浓度重复3次,设蒸馏水为对照,20℃光照培养(光照时间12 h·d<sup>-1</sup>)。处理1 d后统计各处理种子的发芽数(以芽长≥1 mm为准),每天统计1次,7 d后计算种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数及各统计指标下的抑制率(各处理统计数据与对照统计数据变化百分率),计算公式如下<sup>[12]</sup>:

发芽率(*GR*) = (7 d内正常发芽的种子数/供试种子总数) × 100%

发芽势(*GE*) = (前3 d内正常发芽的种子数/供试种子总数) × 100%

发芽指数(*GI*) =  $\sum (Gt/Dt)$ ,式中:*Gt*表示第*t*天种子的发芽数,*Dt*代表相应的发芽天数。

活力指数(*VI*) = *GI* × *S*,式中:*S*为第7天测得的整株鲜质量(g),*GI*为第7天算得的发芽指数。

第7 d时,用直尺测定每株幼苗的苗高和根长

(测定幼苗根长时,从每个培养皿中随机挑选10株幼苗进行测量,取平均值,有须根的测量最长根),用电子天平称量整株鲜质量及干质量(105℃杀青0.5 h后,70℃烘干至恒质量)。最后对所有受体所受的化感作用进行综合评价,综合效应(SE)为供体对同一受体各个测试项目的对照变化百分率的算术平均值<sup>[13-14]</sup>。

1.2.3 数据分析 采用 Excel 2003 和 SPSS19.0 系统软件进行数据的方差分析,用 LSD( $P < 0.05$ )法进行多重比较。计算测试指标相对于对照的变化率(ROC): $ROC = T/C - 1$ ,其中,C为对照值,T为处理值。当 $ROC > 0$ 时,表示有促进作用; $ROC < 0$ 时,表示有抑制作用。用 ROC 的绝对值大小代表化感作用的强弱<sup>[15]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 2种水浸液对受体植物种子萌发的影响

由表1可知:不同浓度的薄壳山核桃叶及青皮

水浸液处理对小麦种子均有促进作用,其中,0.01 g · mL<sup>-1</sup>浓度时促进作用最强,叶及青皮水浸液处理与对照相比,发芽率分别增加了8.90%和9.02%,发芽势分别增加了24.22%和24.01%。与叶水浸液处理相比,油菜对青皮水浸液处理更为敏感,且随着青皮水浸液浓度的增加,抑制作用也在增强。叶水浸液处理对油菜发芽率和发芽势有“低促高抑”的效应,0.005 g · mL<sup>-1</sup>浓度时,油菜种子的发芽率和发芽势比对照增加最多,0.1 g · mL<sup>-1</sup>浓度时,发芽率比对照受到的抑制作用最强。2种水浸液处理对绿豆的发芽率和发芽势均表现为“低促高抑”的浓度效应。叶水浸液浓度为0.005 g · mL<sup>-1</sup>时促进作用最强,其发芽率、发芽势比对照分别增加了1.43%和3.55%,而青皮水浸液在0.01 g · mL<sup>-1</sup>浓度时促进作用最强,其发芽率、发芽势比对照分别增加了2.30%和4.68%;相比而言,当浓度达到0.1 g · mL<sup>-1</sup>时,青皮水浸液处理对绿豆发芽的抑制更显著。

表1 薄壳山核桃叶及青皮水浸液对3种受体植物种子发芽率和发芽势的影响

供体	受体	供体浸提液浓度/(g · mL <sup>-1</sup> )	发芽率/%	发芽抑制率/%	发芽势/%	发芽势抑制率/%
CK	小麦	0.000	87.13 ± 2.10a	-	73.09 ± 1.53a	-
	油菜	0.000	90.72 ± 2.52a	-	84.69 ± 1.21a	-
	绿豆	0.000	95.80 ± 3.02a	-	91.06 ± 2.44a	-
叶	小麦	0.005	94.18 ± 2.83a	-8.09	89.60 ± 1.83a	-22.59
		0.010	94.88 ± 2.99a	-8.90	90.79 ± 1.20a	-24.22
		0.100	93.80 ± 4.37a	-7.66	88.22 ± 2.18a	-20.70
	油菜	0.005	93.89 ± 2.69a	-3.49	89.41 ± 1.96a	-5.57
		0.010	92.83 ± 4.96a	-2.33	87.36 ± 1.04a	-3.15
		0.100	89.54 ± 4.83a	1.30	81.19 ± 0.49a	4.13
	绿豆	0.005	97.17 ± 4.33a	-1.43	94.29 ± 1.42a	-3.55
		0.010	96.67 ± 5.15a	-0.91	93.31 ± 1.65a	-2.47
		0.100	95.70 ± 2.32a	0.10	93.83 ± 1.63a	-3.04
青皮	小麦	0.005	94.63 ± 2.01a	-8.61	87.98 ± 1.48a	-20.37
		0.010	94.99 ± 6.89a	-9.02	90.64 ± 0.81a	-24.01
		0.100	91.66 ± 1.84a	-5.20	84.99 ± 0.79a	-16.28
	油菜	0.005	88.14 ± 3.37a	2.84	81.25 ± 1.16a	4.06
		0.010	87.84 ± 2.72a	3.17	80.42 ± 1.09a	5.04
		0.100	86.70 ± 7.19a	4.43	76.68 ± 2.89a	9.46
	绿豆	0.005	96.72 ± 4.35a	-0.96	94.40 ± 0.55a	-3.67
		0.010	98.00 ± 6.44a	-2.30	95.32 ± 1.39a	-4.68
		0.100	94.45 ± 4.75a	1.41	90.51 ± 0.92a	0.60

注:同列数据后不同字母表示5%水平差异显著,下同。

### 2.2 2种水浸液对受体植物种子发芽指数和活力指数的影响

表2表明:叶水浸液处理对小麦和油菜的发芽指数及活力指数均表现为促进作用,在0.005 g · mL<sup>-1</sup>浓度下,小麦和油菜的发芽指数受到的促进作

用最强,与对照相比分别增加了31.87%和15.72%,其中,对小麦发芽指数的促进作用达显著差异( $P < 0.05$ );0.005 g · mL<sup>-1</sup>浓度对小麦的活力指数的促进作用最强,与对照的差异显著( $P < 0.05$ ),而油菜则在0.01 g · mL<sup>-1</sup>浓度下最强,并与

对照的差异显著( $P < 0.05$ )。叶水浸液处理对绿豆的发芽指数及活力指数均表现为低浓度促进,高浓度抑制的双重浓度效应,在  $0.005 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  浓度下,绿豆的发芽指数和活力指数受到的促进作用最强,分别比对照增加了 6.88% 和 4.47%;在  $0.01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  浓度下,绿豆的发芽指数和活力指数受到的抑制最大,分别比对照降低 6.17% 和 15.44%,其中,种子活力指数受到的抑制达显著水平( $P < 0.05$ )。青皮水浸液处理对小麦和绿豆的发芽指数均表现为促进作用,在  $0.01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  浓度下达到最高,分别

比对照增加了 29.04% 和 10.97%,其中,对小麦种子发芽指数的促进作用达显著水平( $P < 0.05$ );当浓度为  $0.005 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时,对小麦和绿豆的活力指数促进作用最大,且对小麦种子活力指数的促进达显著水平( $P < 0.05$ )。青皮水浸液处理对油菜的发芽指数和活力指数均表现为抑制作用,浓度增加其抑制作用增强,在  $0.01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  浓度下,油菜的发芽指数受到的抑制作用最强,抑制率达 10.92%,在  $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  浓度下,油菜的活力指数受到的抑制作用最强,抑制率为 17.22%。

表2 薄壳山核桃叶及青皮水浸液对3种受体植物种子发芽指数和活力指数的影响

供体	受体	供体浸提液浓度/( $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )	发芽指数	发芽指数抑制率/%	活力指数	活力指数抑制率/%
CK	小麦	0.000	64.08 ± 1.73a	-	14.03 ± 0.64a	-
	油菜	0.000	72.06 ± 1.96a	-	3.89 ± 0.95a	-
	绿豆	0.000	88.11 ± 2.15a	-	39.39 ± 1.03a	-
叶	小麦	0.005	84.50 ± 1.02b	-31.87	18.42 ± 0.37c	-31.29
		0.010	85.36 ± 1.07b	-33.21	17.50 ± 0.41bc	-24.73
		0.100	85.39 ± 1.61b	-33.26	15.71 ± 0.55ab	-11.97
	油菜	0.005	83.39 ± 1.99a	-15.72	4.84 ± 0.96b	-24.42
		0.010	81.39 ± 2.92a	-12.95	5.78 ± 1.18c	-48.59
		0.100	77.78 ± 2.73a	-7.94	4.90 ± 1.13bc	-25.96
	绿豆	0.005	94.17 ± 1.20a	-6.88	41.15 ± 0.45a	-4.47
		0.010	82.67 ± 3.03a	6.17	33.31 ± 1.27b	15.44
		0.100	86.94 ± 2.71a	1.33	35.91 ± 1.15ab	8.83
青皮	小麦	0.005	78.08 ± 1.54a	-21.85	19.76 ± 0.50c	-40.84
		0.010	82.69 ± 1.47b	-29.04	17.78 ± 0.44c	-26.73
		0.100	77.44 ± 3.31a	-20.85	13.17 ± 1.42ab	6.13
	油菜	0.005	68.28 ± 3.26a	5.25	3.79 ± 1.39a	2.57
		0.010	64.19 ± 1.35a	10.92	3.62 ± 0.48a	6.94
		0.100	64.47 ± 4.64a	10.53	3.22 ± 1.72a	17.22
	绿豆	0.005	91.17 ± 2.35a	-3.47	40.02 ± 1.13a	-1.60
		0.010	97.78 ± 3.81a	-10.97	39.70 ± 1.51a	-0.79
		0.100	89.83 ± 2.49a	-1.95	38.99 ± 1.18a	1.02

### 2.3 2种水浸液对受体植物苗高和根长的影响

由图1~4可知:薄壳山核桃叶及青皮水浸液  $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  浓度处理时,小麦、油菜、绿豆3种受试植物的根长与苗高受到的抑制作用更强,这与王婷等<sup>[16]</sup>、Turk等<sup>[17]</sup>的研究结果一致。2种水浸液处理对小麦的苗高和根长均为“低促高抑”的浓度效应,且青皮水浸液处理对小麦苗高和根长的抑制作用高于叶水浸液处理,在  $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  浓度下,青皮水浸液处理对小麦苗高和根长的抑制作用分别比对照增加了 35.65% 和 57.75%,与叶水浸液处理相比分别增加了 24.51% 和 4.18%。叶水浸液处理对油菜的苗高表现为促进作用,对其根长表现为“低促高抑”的浓度效应,  $0.01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  浓度对油菜苗高的促进作用最强,高于对照 27.67%,在  $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  浓度

时根长受到的抑制最强,高于对照 39.00%;而青皮水浸液处理对油菜的苗高和根长均表现为抑制作用,且随着浓度的增加,抑制作用越强。2种水浸液处理对绿豆的苗高均表现为抑制作用,其中,青皮水浸液的抑制作用更强,其最高抑制率比叶水浸液最高抑制率增加了 39.85%;绿豆的根长在叶水浸液中表现为“低促高抑”的浓度效应,而在青皮水浸液中表现为抑制,且浓度越大,绿豆的根长受到的抑制作用越强,浓度为  $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时达到最强,比对照降低了 41.49%。

### 2.4 2种水浸液对受体植物幼苗物质积累的影响

不同受体植物的幼苗物质积累受薄壳山核桃叶及青皮水浸液处理的影响不同(表3)。叶水浸液处理对小麦幼苗的鲜质量呈抑制趋势,浓度增高,抑制

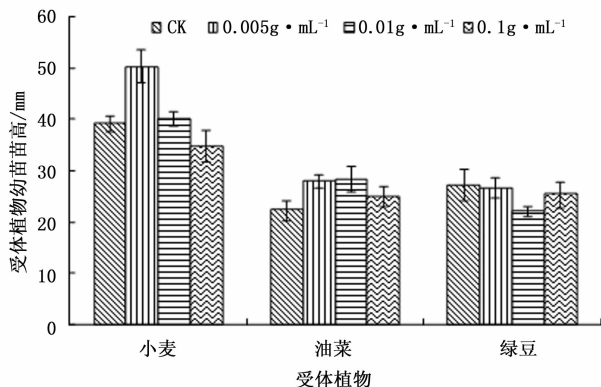


图1 薄壳山核桃叶水浸液对受体植物苗高的影响

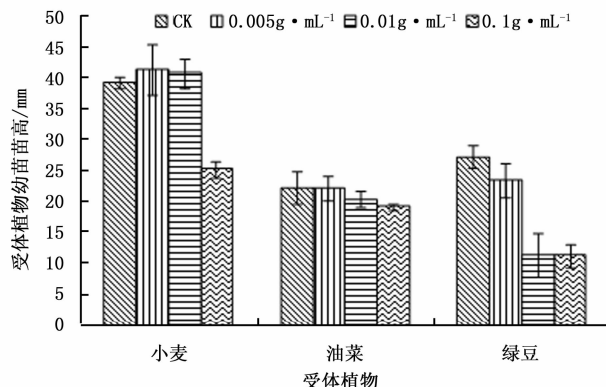


图3 薄壳山核桃青皮水浸液对受体植物苗高的影响

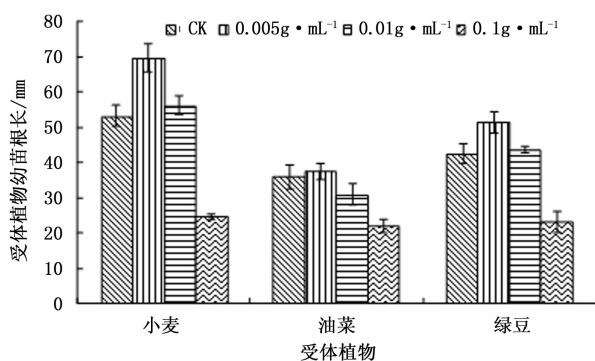


图2 薄壳山核桃叶水浸液对受体植物根长的影响

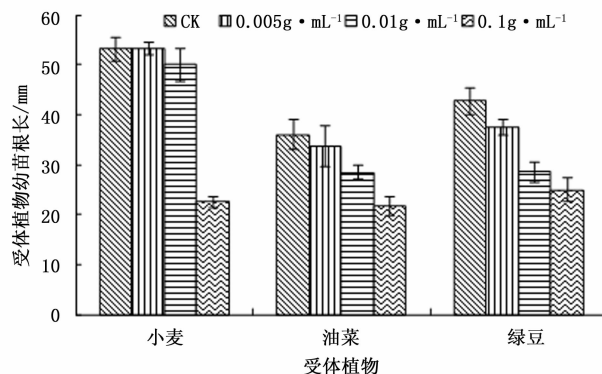


图4 薄壳山核桃青皮水浸液对受体植物根长的影响

表3 薄壳山核桃叶及青皮水浸液对3种受体植物物质积累的影响

供体	受体	供体浸提液浓度/(g·mL <sup>-1</sup> )	鲜质量/g	鲜质量抑制率/%	干质量/g	干质量抑制率/%
CK	小麦	0.000	2.19 ± 1.18a	-	0.38 ± 0.03a	-
	油菜	0.000	0.54 ± 0.66a	-	0.03 ± 0.01ab	-
	绿豆	0.000	4.47 ± 2.18a	-	0.42 ± 0.26a	-
叶	小麦	0.005	2.18 ± 0.11a	0.46	0.44 ± 0.01b	-15.79
		0.010	2.05 ± 0.28c	6.39	0.42 ± 0.03b	-10.53
		0.100	1.84 ± 0.45b	15.98	0.36 ± 0.03a	5.26
	油菜	0.005	0.58 ± 0.35b	-7.41	0.04 ± 0.01ab	-33.33
		0.010	0.71 ± 0.48c	-31.48	0.05 ± 0.02ab	-66.67
		0.100	0.63 ± 0.45d	-16.67	0.04 ± 0.01ab	-33.33
	绿豆	0.005	4.37 ± 1.90d	2.24	0.41 ± 0.04a	2.38
		0.010	4.13 ± 2.89c	7.61	0.41 ± 0.05a	2.38
		0.100	4.03 ± 0.42b	9.84	0.38 ± 0.03b	9.52
青皮	小麦	0.005	2.53 ± 0.60c	-15.53	0.46 ± 0.02d	-21.05
		0.010	2.15 ± 0.46a	1.83	0.33 ± 0.01c	13.16
		0.100	1.70 ± 0.25b	22.37	0.28 ± 0.01b	26.32
	油菜	0.005	0.59 ± 0.36c	-9.26	0.04 ± 0.02b	-33.33
		0.010	0.53 ± 0.23ab	1.85	0.02 ± 0.01a	33.33
		0.100	0.50 ± 0.26a	7.41	0.02 ± 0.01a	33.33
	绿豆	0.005	4.39 ± 0.35c	1.79	0.39 ± 0.01ab	7.14
		0.010	4.34 ± 0.91c	2.91	0.40 ± 0.02ab	4.76
		0.100	4.06 ± 1.48b	9.17	0.37 ± 0.04b	11.90

注:表中鲜质量与干质量为10株幼苗鲜质量及干质量之和。

作用增强;在青皮水浸液处理下呈“低促高抑”的浓度效应。浓度为0.1 g·mL<sup>-1</sup>时,叶及青皮水浸液处理对小麦幼苗鲜质量的抑制率均显著( $P <$

0.05)。在叶及青皮水浸液处理时,小麦幼苗干质量均呈“低促高抑”的浓度效应,当浓度达0.1 g·mL<sup>-1</sup>时,青皮水浸液处理对小麦幼苗干质量的抑制

率比叶水浸液处理高 21.06%。叶水浸液能提高油菜幼苗的鲜质量和干质量,0.01 g·mL<sup>-1</sup>处理的促进作用最强,分别比对照增加了 31.48%和66.67%,其中,对油菜幼苗鲜质量的促进作用显著( $P < 0.05$ );青皮水浸液处理的油菜幼苗鲜质量和干质量呈“低促高抑”的浓度效应,在 0.005 g·mL<sup>-1</sup>浓度下,其鲜质量和干质量分别增加了 9.26%和33.33%,其中,对油菜幼苗鲜质量的促进作用显著( $P < 0.05$ );在 0.1 g·mL<sup>-1</sup>浓度下的鲜质量和干质量抑制率分别为 7.41%和 33.33%。2 种水浸液处理对绿豆幼苗的鲜质量和干质量均呈抑制作用,在浓度 0.1 g·mL<sup>-1</sup>时其抑制率最高,均达显著水平( $P < 0.05$ ),此时叶水浸液处理对绿豆幼苗鲜质量和干质量的抑制率分别为 9.84%和 9.52%,青皮水浸液处理的抑制率分别为 9.17%和 11.90%。

### 2.5 2 种水浸液对受体植物影响的综合效应

由表 4 可知:薄壳山核桃叶水浸液处理对 3 种受体植物的化感综合作用由强到弱依次为:油菜 > 小麦 > 绿豆,其中,油菜的化感综合效应在各浓度下均表现为促进作用,且高浓度下(0.1 g·mL<sup>-1</sup>)促进作用弱,低浓度下(0.005 g·mL<sup>-1</sup>和 0.01 g·mL<sup>-1</sup>)促进作用强;而对小麦和绿豆的化感综合效应则为低浓度促进,高浓度抑制的浓度效应。表 4 还显示:薄壳山核桃青皮水浸液处理对受体植物的化感综合作用由强到弱依次为:小麦 > 油菜 > 绿豆,其中,对小麦和油菜表现为“低促高抑”的浓度效应,而对绿豆则为抑制作用,且随着浓度的增加抑制作用增强。对 3 种受体植物的化感效应综合分析认为:在相同浓度下,薄壳山核桃叶水浸液处理对小麦、油菜和绿豆的促进作用较强,而青皮水浸液处理对小麦、油菜和绿豆的抑制作用较强。

表 4 薄壳山核桃叶及青皮水浸液对 3 种受体植物的化感综合效应

供体	供体浸提液浓度 (g·mL <sup>-1</sup> )	综合效应		
		小麦	油菜	绿豆
叶	0.005	-21.08	-15.05	-3.73
	0.010	-12.98	-22.35	5.57
	0.100	1.55	-6.50	9.86
青皮	0.005	-16.76	-2.64	3.15
	0.010	-8.98	11.33	10.06
	0.100	13.24	17.00	15.29

## 3 结论与讨论

本试验以薄壳山核桃叶和青皮为材料,用蒸馏水浸提获得叶和青皮的化感物质,以 3 种受体植物

证明了薄壳山核桃叶和青皮含有一定的化感作用物质。孔垂华等<sup>[3]</sup>和吴海荣<sup>[18]</sup>研究发现,植物化感作用对受体植物的抑制通过对种子的发芽率、苗根长和苗根质量的抑制来表现<sup>[19]</sup>,且不同供体植物对受体植物的抑制作用存在很大差异。本试验显示,薄壳山核桃叶及青皮水浸液处理对受体植物的种子萌发和幼苗的生长有不同程度的抑制作用,从整体看来,薄壳山核桃青皮水浸液处理对 3 种受体植物的抑制作用显著大于叶水浸液处理,这可能与不同器官化感物质种类及含量不同有关<sup>[20]</sup>,由此推断,薄壳山核桃青皮的化感物质活性高于叶片中的化感物质活性。

本试验结果表明,薄壳山核桃叶及青皮水浸液处理对 3 种受体植物种子发芽率和发芽势基本上表现为“低促高抑”的双重效应趋势,即低浓度(0.005 g·mL<sup>-1</sup>)下对受体植物有促进作用,高浓度(0.1 g·mL<sup>-1</sup>)下对受体植物有抑制作用,个别受体植物的化感作用表现不同于“低促高抑”的整体趋势,这可能是由于化感作用对受体植物具有专一性和选择性<sup>[3,21]</sup>,而且不同受体植物的遗传学和生物学特性不同,导致其对相同浓度下的 2 种水浸液处理的化感反应不同。马世荣等<sup>[22]</sup>在研究核桃叶腐解液化感中发现,核桃叶腐解液对萝卜(*Raphanus sativus* L.)、小麦和玉米(*Zea mays* L.)等 5 种受体植物的种子萌发及幼苗的生长都有一定的抑制或促进作用,且在其作用范围内具有浓度依赖性,即当浓度较高时,抑制作用明显,较低时则具有不同程度的促进作用。张凤云等<sup>[23]</sup>在研究核桃青皮提取物对几种作物幼苗生长的影响时发现,核桃青皮提取物的浓度越高,抑制种子萌发的作用越强,但当提取液被稀释到一定浓度时,对种子的萌发会有不同程度的促进作用,本试验结论均与他们的研究发现一致。

本试验结果表明,薄壳山核桃叶及青皮水浸液处理对 3 种受体植物根长的抑制作用大于对苗高的抑制作用,且在高浓度(0.1 g·mL<sup>-1</sup>)下,对受体植物根长的抑制作用更显著。这与张凤云等<sup>[23]</sup>、赵彩霞等<sup>[24]</sup>关于核桃青皮提取物对供试作物地下部分的抑制作用强于对地上部分的抑制作用<sup>[25]</sup>的结论一致。这可能是由于受体植物幼苗的根系最先与水浸液中的化感物质相接触,而化感物质破坏了根系的细胞膜,因此,对根的影响较大;也可能是因为受体植物的胚根、上胚轴等对化感物质较敏感所致<sup>[26]</sup>。有研究表明,化感物质可以通过影响细胞膜

电位、抑制膜 ATPase 活性和改变膜透性等作用方式来影响植物对离子的吸收<sup>[27]</sup>,抑制根长的生长,从而使植物由于缺乏营养而生长衰退。慕小倩等<sup>[28]</sup>研究发现,黄花蒿(*Artemisia annua* L.)水浸液可影响小麦根尖分生区细胞有丝分裂的正常进行,并随着水浸液浓度的升高,小麦根尖分生区分裂期细胞数目下降。薄壳山核桃叶及青皮中化感物质对植物幼苗地上部分和地下部分作用差异的根本原因还有待进一步研究。

薄壳山核桃叶及青皮水浸液处理对绿豆幼苗的鲜质量、干质量均表现为随着浓度的增大,抑制作用增强的趋势,而小麦和油菜幼苗的鲜质量、干质量则表现不同,如叶水浸液处理对油菜幼苗的鲜质量、干质量有促进作用,而青皮水浸液处理对油菜幼苗的鲜质量、干质量则表现为“低促高抑”的浓度效应。对薄壳山核桃叶及青皮水浸液处理3种受体植物的化感综合效应分析认为,薄壳山核桃叶水浸液处理对3种受体植物的强弱顺序分别为:油菜 > 小麦 > 绿豆,而青皮水浸液处理对3种受体植物的强弱顺序为:小麦 > 油菜 > 绿豆,其中,叶水浸液处理对油菜的促进作用最强,青皮水浸液处理对绿豆的抑制作用最强。这可能是由于受体植物自身的生长特性及遗传特性不同,导致化感物质对其作用机理不同,而不同受体植物对薄壳山核桃叶及青皮化感物质的敏感性不同,在生理上就表现为生长的差异性。

## 参考文献:

- [1] Rice E L. Allelopathy [M]. 2nd. New York: Academic Press, 1984.
- [2] 吴晓华. 植物化感作用机理及其在园林植物配置中的应用[J]. 山东林业科技, 2010(3): 125 - 129.
- [3] 孔垂华, 胡飞. 植物化感(相生相克)作用及其应用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [4] Bais H P, Vepachedu R, Gilroy S, et al. Allelopathy and exotic plant invasion; from molecules to species interactions[J]. Science, 2003, 301(5638): 1377 - 1380.
- [5] Reigosa M J, Pedrol N, Conzález L. Allelopathy: A Physiological Process with Ecological Implications[M]. Dordrecht: Springer, 2006.
- [6] Suikkanen S, Fistarol G O, Granéli E. Allelopathic effects of the *Baltic cyanobacteria*, *Nodularia spumidigena*, *Aphanizomenon flosaquae* and *Anabaena lemmermannii* on algal monocultures[J]. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2004, 308(1): 85 - 101.
- [7] 吴凤芝, 孟立君, 文景芝. 瓜根系分泌物对枯萎病菌菌丝生长的影响[J]. 中国蔬菜, 2002(5): 26 - 27.
- [8] 崔翠, 蔡靖, 张硕新. 核桃根系分泌物化感物质的分离与鉴定[J]. 林业科学, 2013, 49(2): 54 - 60.
- [9] Manoel B A, Roseane C S, Liziane M L, et al. Allelopathy, an alternative tool to improve cropping systems. A review[J]. Agronomy for Sustainable Development, 2011, 31(2): 379 - 395.
- [10] 张博, 何开跃, 郭丽君, 等. 山核桃属2个树种叶片水浸提物的化感作用及其化感物质的含量比较[J]. 江苏林业科技, 2014, 41(1): 1 - 6, 16.
- [11] 王辉. 典型草原下植被演替中化感作用的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2012.
- [12] 慕小倩, 何红花, 董志刚. 2种杂草水浸液对小麦种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 西北植物学报, 2008, 28(6): 1165 - 1171.
- [13] Macrobbe E A. Signalling in guard cells and regulation of ion channel activity[J]. Journal of Experimental Botany, 1997, 48(1): 515 - 528.
- [14] 董红云, 李亚, 汪庆, 等. 外来入侵植物牛膝菊和野苘蒿水浸液化感作用的生物测定[J]. 植物资源与环境学报, 2010, 19(2): 48 - 53.
- [15] 余婷. 白三叶(*Trifolium repens* L.)根系分泌物的化感作用研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [16] 王婷, 翟梅枝, 贾彩霞, 等. 核桃青皮中次生代谢物质的化感活性研究[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(3): 160 - 162.
- [17] Turk M A, Tawaha A M. Inhibitory effects of aqueous extracts of black mustard on germination and growth of lentil[J]. Pakistan Journal of Agronomy, 2002, 1(1): 28 - 30.
- [18] 吴海荣. 南京地区外来杂草调查及婆婆纳属外来杂草入侵性特征比较研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [19] Okamoto Y, Yamaji K, Kobayashi K. Allelopathic activity of camphor released from camphor tree (*Cinnamomum camphora*) [J]. Allelopathy Journal, 2011, 27: 123 - 132.
- [20] 胡飞, 孔垂华, 胜红蓟化感作用研究 I. 水溶物的化感作用及其化感物质分离鉴定[J]. 应用生态学报, 1997, 8(3): 304 - 308.
- [21] Inderjit. Experimental complexities in evaluating the allelopathic activities in laboratory bioassays: a case study[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2006, 38(2): 256 - 262.
- [22] 马世荣, 赵庆芳, 郭小强, 等. 核桃叶腐解叶化感作用初探[J]. 北方园艺, 2008(7): 63 - 66.
- [23] 张凤云, 翟梅枝, 毛富春, 等. 核桃青皮提取物对几种作物幼苗生长的影响[J]. 西北农业学报, 2005, 14(1): 62 - 65.
- [24] 赵彩霞, 翟梅枝, 王伟, 等. 核桃青皮的化感作用 I. 次生物质对几种植物幼苗生长的影响[J]. 西北农业学报, 2005, 14(6): 121 - 124.
- [25] Chon S U, Choib S K, Jung S. Effects of alfalfa leaf extracts and phenolic allelochemicals on early seeding growth and root morphology of alfalfa and brarnyard grass[J]. Crop Protection, 2002, 21(10): 1077 - 1082.
- [26] 朱美秋, 王颖, 许中旗, 等. 木本植物化感研究进展[J]. 世界林业研究, 2008, 21(6): 19 - 24.
- [27] Balke N E. Effects of allelochemicals on mineral uptake, and associated physiological processes [M]//Thompson A C. The chemistry of allelopathy, series 268. Washington D C: ACS Symposium, 1985: 161 - 177.
- [28] 慕小倩, 马燕. 黄花蒿化感作用机理的初步研究[J]. 西北植物学报, 2005, 25(5): 1025 - 1028.