

doi:10.11937/bfyy.20165024

## 半夏根系分泌物化感作用研究

唐成林<sup>1,2</sup>, 罗夫来<sup>1,2</sup>, 赵致<sup>1,2</sup>, 魏光钰<sup>1</sup>, 杭焱<sup>1,2</sup>, 刘洪昌<sup>1,2</sup>

(1. 贵州大学农学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州省中药材繁育与种植重点(工程)实验室, 贵州 贵阳 550025)

**摘要:**以半夏根系分泌物及其不同极性组分为供试材料,半夏、莴笋、萝卜、白菜、苋菜为受试材料,采用生物测试的方法研究半夏根系分泌物对不同受试材料的化感效应。结果表明:半夏根系分泌物对萝卜、莴笋、半夏有化感抑制作用,作用强度为半夏>莴笋>萝卜。半夏根系分泌物的化感作用具有浓度效应,当浓度为 $1.122\ 3\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,化感作用最强,对受试材料均呈化感抑制作用。半夏根系产生的化感自毒物质极性分布范围广,各极性部位产生自毒作用的强度不同,其中乙酸乙酯相最强,能强烈抑制半夏珠芽萌发和幼苗生长。根系分泌物可能是引起半夏连作障碍的原因之一,半夏根系分泌的化感物质具有一定选择性,只有在合适浓度、遇到合适受体时才会产生化感作用。半夏根系产生的化感自毒物质极性分布范围广,主要存在于乙酸乙酯部位,能强烈抑制半夏珠芽萌发和幼苗生长,可能是大田生产中半夏连作地出苗率低、倒苗严重的原因之一。

**关键词:**半夏;根系分泌物;化感作用;自毒作用

**中图分类号:**S 567.23<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)15-0129-07

半夏(*Pinellia ternate*)是我国著名的中药材之一,被历版《中国药典》所收载,具有燥湿化痰、镇吐及催吐、抗肿瘤、抗早孕等作用<sup>[1-2]</sup>。半夏主产于四川、山西、安徽、贵州等地<sup>[3-4]</sup>。大田生产中,严重的连作障碍一直困扰着半夏种植业的发展,威胁着半夏饮片的供应和临床用药安全<sup>[4]</sup>。

研究发现自然界中普遍存在化感作用,化感作用是指植物通过向外界环境中释放化学活性物质,对其相邻的植物能够直接或间接产生促进或

抑制作用的化学生态防御机制<sup>[5-6]</sup>。目前我国约40%的药材供应主要依靠人工种植,而大多数栽培品种都存在不同程度的连作障碍问题<sup>[7]</sup>。研究发现药用植物在其种植过程中产生了对自身生长具有潜在抑制作用的化感物质,证明化感作用是药用植物连作障碍的主要原因之一<sup>[8]</sup>。化感效应的研究有利于弄清产生连作障碍的根本原因,为构建高效的中药材种植制度提供参考依据<sup>[9]</sup>,对中药材产业可持续发展具有重要意义。该试验通过半夏根系分泌物及其不同极性组分对不同受试材料的化感作用研究,以期为进一步揭示半夏连作障碍原因奠定基础。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

供试材料为半夏根系分泌物浸提液;受试材料为半夏(贵州大方县“圆珠”半夏)、莴笋(“精品青高”)、萝卜(特选“满身红萝卜”)、白菜(“北京小杂56”)、苋菜(“马齿苋”)。

**第一作者简介:**唐成林(1991-),男,硕士研究生,研究方向为药用植物栽培。E-mail:673370283@qq.com.

**责任作者:**罗夫来(1972-),男,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事药用植物资源评价及药用植物栽培与质量调控等研究工作。E-mail:luo512658@163.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(81460577);贵州省创新人才团队建设资助项目(黔科合人才团队20104006);贵州大学作物学与耕作学研究生创新基地资助项目(贵大作栽研CXJJ[2017]001)。

**收稿日期:**2017-02-08

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 半夏根系分泌物收集

2015年3月,以消毒灭菌后的石英砂(粒度2~4 mm)为基质,用直径30 cm花盆栽种半夏种茎,置于塑料大棚,浇灌霍格兰营养液培养。半夏生长期间,定期补充霍格兰营养液。11月,捡除半夏植株和残根,用去离子水浸泡石英砂48 h,收集浸泡液过滤(0.45  $\mu\text{m}$ ),滤液冷冻干燥,得粉末1.122 3 g。用去离子水溶解粉末,定容至1 000 mL,即得浓度为1.122 3  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 半夏根系分泌物原液,4  $^{\circ}\text{C}$ 冷藏备用。

### 1.2.2 半夏根系分泌物化感作用的生物测定

参照耿广东等<sup>[10]</sup>方法,以去离子水做空白,研究半夏根系分泌物对5种受试材料的化感作用。在铺有2层滤纸的胚养皿(9 cm)中,分别加入5 mL去离子水和相应浓度的半夏根系分泌物溶液1.122 3、 $1.122\ 3 \times 10^{-2}$ 、 $1.122\ 3 \times 10^{-4}$   $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。因未见相关报道,该试验半夏根系分泌物浓度梯度设置较大,置入经75%酒精灭菌处理的种子或半夏珠芽(莴笋、萝卜、白菜和苋菜种子50粒,半夏珠芽30粒)。在20  $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度60%、光照强度4 000 lx的恒温人工气候箱中进行种子萌发和幼苗生长培养。

### 1.2.3 半夏根系分泌物不同极性组分的分离

取半夏根系分泌物原液,用石油醚、氯仿、乙酸乙酯、正丁醇分别萃取半夏根系分泌物原液,各萃取相冷冻干燥后,用去离子水定容至原液浓度,既得半夏根系分泌物石油醚相、氯仿相、乙酸乙酯相、正丁醇相、水残相等不同极性组分溶液。

## 1.3 项目测定

记录发芽种子数,莴笋、萝卜、白菜、苋菜胚根伸长1 mm即为发芽,半夏珠芽顶芽伸长5 mm即为发芽。莴笋、萝卜、白菜、苋菜萌发7 d后、半夏珠芽萌发14 d后,结束种子萌发试验,计算发芽率和发芽势,重复3次。每个重复随机取5株幼苗(单个重复不足5株的记为0),测定幼苗根长、芽长、鲜质量和干质量。

发芽率(%)=发芽终期全部正常发芽种子数/供试种子总数 $\times 100$ 。发芽势(%)=第 $n$ 天发芽种子数/供试种子总数 $\times 100$ 。参照 WILLIAMSON 等<sup>[11]</sup>方法计算化感效应指数(RI), $RI=1-C/T$

( $T \geq C$ 时)或 $RI=T/C-1$ ( $T < C$ 时), $C$ 为对照组指标的平均值, $T$ 为处理组指标的平均值。 $RI$ 绝对值代表作用强度的大小,当 $RI > 0$ 时表示促进作用;当 $RI < 0$ 时表示抑制作用。

参照马瑞君等<sup>[12]</sup>方法计算平均敏感指数:

$M_R = \sum_{i=1}^n a_i / n$ 。式中, $a$ 为每一个处理对应的化感效应指数(RI); $n$ 表示 $a$ 的个数; $M$ 表示平均敏感指数; $R$ 表示平均敏感指数的层级, $R$ 为1~4。 $R$ 为1时, $M_1$ 表示某个指标的平均敏感指数; $R$ 为2时, $M_2$ 表示某个阶段的平均敏感指数; $R$ 为3时, $M_3$ 表示整个物种的平均敏感指数; $R$ 为4时, $M_4$ 表示半夏根系分泌物浸提液对受试材料的平均敏感指数。

## 1.4 数据分析

采用DPS 7.05软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 半夏根系分泌物对5种受试材料的化感作用

#### 2.1.1 对萝卜的化感作用

由表1可知,半夏根系分泌物对萝卜种子萌发的化感作用不明显,虽然试验设置的半夏根系分泌物各浓度浸提液对种子萌发均有促进作用,但均未达到差异显著水平。半夏根系分泌物对萝卜幼苗生长呈明显的化感抑制作用,可以抑制萝卜幼苗胚根和芽的伸长,且整体上随半夏根系分泌物浓度的增加抑制作用强度逐渐增强,当浓度为 $1.122\ 3 \times 10^{-2}$   $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时显著抑制幼苗生长。

#### 2.1.2 对白菜的化感作用

由表2可知,半夏根系分泌物对白菜种子发芽势有抑制作用,对白菜种子发芽率有促进作用,但与对照差异均不显著;低浓度( $\leq 1.122\ 3 \times 10^{-2}$   $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )时,对白菜幼苗胚根伸长有轻微促进作用,对其芽伸长有轻微抑制作用;高浓度( $\geq 1.122\ 3$   $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )时,对白菜幼苗胚根伸长呈显著抑制作用,对其芽伸长呈显著促进作用。

#### 2.1.3 对莴笋的化感作用

由表3可知,半夏根系分泌物对莴笋有化感抑制作用,能轻微降低莴笋种子发芽势,但对种子萌发率无影响。半夏根系分泌物对莴笋幼苗生长

表 1 不同浓度半夏根系分泌物对萝卜的化感作用

Table 1 Allelopathy of the root exudates of *Pinellia ternate* on the radish in different concentrations

处理浓度 Treatment concentration /(g·L <sup>-1</sup> )	发芽势 Germination energy/%	发芽率 Germination percentage/%	幼苗胚根长 Seedling radicle length/cm	胚根干质量 Radicle dry weight/g	幼苗芽长 Seedling bud length/cm	芽干质量 Bud dry weight/g
0(CK)	64.67b	88.00a	6.094 7a	0.010 7a	3.769 6a	0.036 9a
1.122 3	70.00ab	91.33a	4.152 8b	0.012 2a	1.970 2b	0.030 7b
1.122 3×10 <sup>-2</sup>	67.33ab	92.00a	3.957 7b	0.011 7a	2.274 0b	0.034 1ab
1.122 3×10 <sup>-4</sup>	78.00a	95.33a	4.913 9b	0.011 3a	3.194 0a	0.033 7ab

注:同列数据后字母不同表示差异显著( $P<0.05$ ),下同。  
Note: Values with different lowercase letters within the same line show significant difference ( $P<0.05$ ), the same below.

表 2 不同浓度半夏根系分泌物对白菜的化感作用

Table 2 Allelopathy of the root exudates of *Pinellia ternate* on the Chinese cabbage in different concentrations

处理浓度 Treatment concentration /(g·L <sup>-1</sup> )	发芽势 Germination energy/%	发芽率 Germination percentage/%	幼苗胚根长 Seedling radicle length/cm	胚根干质量 Radicle dry weight/g	幼苗芽长 Seedling bud length/cm	芽干质量 Bud dry weight/g
0(CK)	70.00a	93.33a	4.862 7a	0.004 8b	1.407 2b	0.007 0a
1.122 3	63.33a	97.33a	3.511 7b	0.003 3c	1.901 9a	0.007 4a
1.122 3×10 <sup>-2</sup>	69.33a	98.00a	5.518 7a	0.004 4b	1.339 7b	0.007 3a
1.122 3×10 <sup>-4</sup>	68.00a	95.33a	5.158 4a	0.006 6a	1.324 4b	0.006 7a

表 3 不同浓度半夏根系分泌物对莴笋的化感作用

Table 3 Allelopathy of the root exudates of *Pinellia ternate* on the lettuce in different concentrations

处理浓度 Treatment concentration /(g·L <sup>-1</sup> )	发芽势 Germination energy/%	发芽率 Germination percentage/%	幼苗胚根长 Seedling radicle length/cm	胚根干质量 Radicle dry weight/g	幼苗芽长 Seedling bud length/cm	芽干质量 Bud dry weight/g
0(CK)	87.33a	100.00a	4.426 0a	0.002 2a	2.186 0a	0.005 1a
1.122 3	68.67a	100.00a	3.178 7b	0.001 9a	0.939 7b	0.002 8c
1.122 3×10 <sup>-2</sup>	84.00a	100.00a	4.553 5a	0.001 8a	0.932 3b	0.003 5bc
1.122 3×10 <sup>-4</sup>	80.00a	100.00a	4.339 7a	0.002 3a	1.039 3b	0.003 6b

有较强抑制作用,且具有浓度效应,浓度越大抑制作用越强。当浓度为 1.122 3 g·L<sup>-1</sup>时,能显著抑制莴笋幼苗根长和芽伸长,分别只有对照的 71.8%和 43.0%。

2.1.4 对苋菜的化感作用

由表 4 可知,半夏根系分泌物对苋菜种子萌发和幼苗生长整体上呈抑制作用。当半夏根系分泌物浓度为 1.122 3 g·L<sup>-1</sup>时,对苋菜种子萌发率,幼苗胚根伸长、胚根和芽增重呈显著抑制作用。

表 4 不同浓度半夏根系分泌物对苋菜的化感作用

Table 4 Allelopathy of the root exudates of *Pinellia ternate* on the amaranth in different concentrations

处理浓度 Treatment concentration /(g·L <sup>-1</sup> )	发芽势 Germination energy/%	发芽率 Germination percentage/%	幼苗胚根长 Seedling radicle length/cm	胚根干质量 Radicle dry weight/g	幼苗芽长 Seedling bud length/cm	芽干质量 Bud dry weight/g
0(CK)	24.33a	99.00a	2.108 3ab	0.001 9a	0.841 3a	0.002 1a
1.122 3	29.00a	96.00b	2.053 3b	0.001 3b	0.827 9a	0.001 3b
1.122 3×10 <sup>-2</sup>	31.00a	97.67ab	2.286 7a	0.001 4b	0.758 7a	0.002 4a
1.122 3×10 <sup>-4</sup>	32.00a	97.00ab	2.167 4ab	0.001 9a	0.763 8a	0.002 3a

### 2.1.5 自毒作用

半夏根系分泌物有强烈的自毒作用,且浓度越大自毒作用越强,化感抑制效应越显著(表5)。当半夏根系分泌物浓度为  $1.122\ 3 \times 10^{-4}\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  时,

能显著抑制半夏珠芽萌发和幼苗生长,珠芽发芽势只有对照的 15.0%,发芽率只有对照的 52.3%,胚根长只有对照的 23.0%,芽长只有对照的 17.8%,抑制作用强度较大幼苗几乎没有根和芽。

表 5

不同浓度半夏根系分泌物的自毒作用

Table 5

Autotoxic effects of the root exudates of *Pinellia ternate* in different concentrations

处理浓度 Treatment concentration /( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	发芽势 Germination energy/%	发芽率 Germination percentage/%	幼苗胚根长 Seedling radicle length/cm	胚根干质量 Radicle dry weight/g	幼苗芽长 Seedling bud length/cm	芽干质量 Bud dry weight/g
0(CK)	33.33a	95.00a	2.246 7a	0.012 1a	2.586 7a	0.029 7a
1.122 3	1.67b	33.33c	0.285 6b	0.000 0b	0.423 0b	0.000 0b
$1.122\ 3 \times 10^{-2}$	5.00b	26.67c	0.866 7b	0.000 0b	0.545 6b	0.000 0b
$1.122\ 3 \times 10^{-4}$	5.00b	50.00b	0.516 7b	0.000 0b	0.459 6b	0.000 0b

### 2.2 5种受试材料对半夏根系分泌物化感作用的敏感性

从物种水平分析 5 种受试材料对半夏根系分泌物的化感敏感性。由表 6 可知,三级敏感指数( $M_3$ )表明,5 种受试材料对半夏根系分泌物的化感敏感指数绝对值大小依次为半夏>莴笋>萝卜,表明半夏对自己根系分泌物的化感敏感性最强,其次是莴笋,再次是萝卜。二级敏感指数( $M_2$ )表明,半夏、莴笋、萝卜等 3 种受试材料幼苗生长期敏感指数绝对值均大于种子萌发期敏感指数绝对值,说明这 3 种受试材料幼苗生长期比种

子萌发期对半夏根系分泌物更为敏感。一级敏感指数( $M_1$ )表明,5 种受试材料各测定指标对半夏根系分泌物的化感作用敏感度(5 种受试材料相同测定指标绝对值的算术平均数)依次为芽长>芽干质量>胚根干质量>发芽势>幼苗根长>发芽率;芽生长对半夏根系分泌物的化感作用敏感度大于胚根生长对半夏根系分泌物的化感作用敏感度,5 种受试材料芽生长和胚根生长的平均化感作用敏感度分别为 0.37 和 0.28;不同物种间,其芽长敏感度大小依次为半夏>莴菜>莴笋=萝卜>白菜。

表 6

5种受试材料对半夏根系分泌物化感作用敏感指数

Table 6 Assessment of the sensitivity of five tested materials to allelopathy of the root exudates of *Pinellia ternate*

受试材料 Acceptor material	三级敏感指数 The third sensitivity index( $M_3$ )	二级敏感指数 The second sensitivity index ( $M_2$ )		一级敏感指数 The first sensitivity index ( $M_1$ )					
	物种水平 Species level	种子萌发期 Seed germination stage	幼苗生长期 Seedling growth stage	发芽势 Germination energy	发芽率 Germination percentage	幼苗胚根长 Seedling radicle length	胚根干质量 Radicle dry weight	幼苗芽长 Seedling bud length	芽干质量 Bud dry weight
萝卜 Radish	-0.04	0.07	-0.16	0.10	0.05	-0.29	0.09	-0.34	-0.11
白菜 Cabbage	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.04	-0.03	-0.04	0.05	0.02
莴笋 Lettuce	-0.16	-0.06	-0.27	-0.11	0.00	-0.09	-0.09	-0.56	-0.35
莴菜 Amaranth	0.01	0.09	-0.07	0.21	-0.02	0.03	-0.19	-0.07	-0.06
半夏 <i>Pinellia</i>	-0.82	-0.75	-0.89	-0.88	-0.61	-0.75	-1.00	-0.82	-1.00

注:数据为发芽率、发芽势等所测指标的化感效应指数(RI)值经敏感指数公式计算所得。下同。

Note: The data are from the allelopathic index(RI) calculated by the germination rate and germination potential through sensitivity index formula, the same below.

### 2.3 半夏根系分泌物不同浓度溶液对 5 种受试材料的化感作用

分析半夏根系分泌物不同浓度溶液对 5 种受试材料的化感效应(表 7)。从物种水平看,在试

验设置浓度范围内,  $1.122\ 3$ 、 $1.122\ 3 \times 10^{-2}$ 、 $1.122\ 3 \times 10^{-4}\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  浓度的化感抑制率(同浓度处理下,敏感指数为负值的受试材料敏感指数的数量比)分别为 100%、60%和 60%,化感作

用敏感度分别为 0.26、0.21 和 0.20；种子萌发期的化感抑制率分别为 60%、40%和 40%；幼苗生长期的化感抑制率分别为 100%、80%和 60%。

整体上,半夏根系分泌物的化感作用效应与其浓度呈正相关。当浓度为 1.122 3 g · L<sup>-1</sup>时,其化感作用效应最强,对受试材料均呈化感抑制作用。

表 7 5 种受试材料对半夏根系分泌物化感作用比较

Table 7 Comparison of allelopathic potentialsof the root exudates of *Pinellia ternate* to five tested materials (M<sub>4</sub>)

受试材料 Acceptor material	物种水平 Species level			种子萌发期 Seed germination stage			幼苗生长期 Seedling growth stage		
	1.122 3	1.122 3×10 <sup>-2</sup>	1.122 3×10 <sup>-4</sup>	1.122 3	1.122 3×10 <sup>-2</sup>	1.122 3×10 <sup>-4</sup>	1.122 3	1.122 3×10 <sup>-2</sup>	1.122 3×10 <sup>-4</sup>
	/(g · L <sup>-1</sup> )	/(g · L <sup>-1</sup> )	/(g · L <sup>-1</sup> )	/(g · L <sup>-1</sup> )	/(g · L <sup>-1</sup> )	/(g · L <sup>-1</sup> )	/(g · L <sup>-1</sup> )	/(g · L <sup>-1</sup> )	/(g · L <sup>-1</sup> )
萝卜 Radish	-0.08	-0.07	0.01	0.06	0.04	0.12	-0.21	-0.18	-0.10
白菜 Cabbage	-0.05	0.01	0.03	-0.03	0.02	0.00	-0.07	0.01	0.06
莴笋 Lettuce	-0.23	-0.14	-0.12	-0.11	-0.02	-0.04	-0.36	-0.26	-0.20
苋菜 Amaranth	-0.06	0.03	0.06	0.07	0.10	0.11	-0.18	-0.04	0.01
半夏 Pinellia	-0.86	-0.82	-0.78	-0.80	-0.78	-0.66	-0.93	-0.85	-0.90

2.4 半夏根系分泌物不同极性部位的自毒作用

分析半夏根系分泌物不同极性部位对半夏珠芽和幼苗的自毒作用敏感指数可知(表 8),三级敏感指数均为负值,各极性部位存在大小差异。说明半夏根系分泌物对半夏生长整体为化感抑制作用,且自毒物质极性分布范围大。各极性部位自毒作用的强弱顺序依次为乙酸乙酯相>氯仿相>正丁醇相>萃取残留相>石油醚相,这与试验结果一致。二级敏感指数显示,半夏根系分泌物各极性

部位对半夏珠芽萌发阶段均有抑制作用。其中,乙酸乙酯相化感效应最强,且其对半夏幼苗生长也有显著化感抑制作用,敏感指数为-0.22。一级敏感指数显示,石油醚相、氯仿相、乙酸乙酯相、正丁醇相、萃取残留相对半夏的化感抑制率分别为 33.33%、83.33%、83.33%、50.00%、50.00%,各测定指标对乙酸乙酯相的化感抑制作用敏感性大小依次为发芽率>幼苗胚根长>芽干质量>发芽势>幼苗芽长>胚根干质量。

表 8 半夏根系分泌物不同极性部位自毒作用比较

Table 8 Comparison of autotoxic effects of the root exudates of *Pinellia ternate* in different polarity

极性部位 Polar fraction	三级敏感指数 The third sensitivity index(M <sub>3</sub> )	二级敏感指数 The second sensitivity index (M <sub>2</sub> )		一级敏感指数 The first sensitivity index (M <sub>1</sub> )					
	物种水平 Species level	种子萌发期 Seed germination stage	幼苗生长期 Seedling growth stage	发芽势 Germination energy	发芽率 Germination percentage	幼苗胚根长 Seedling radicle length	胚根干质量 Radicle dry weight	幼苗芽长 Seedling bud length	芽干质量 Bud dry weight
石油醚相 Petroleum ether phase	-0.01	-0.24	0.21	-0.14	-0.33	0.22	0.28	0.16	0.18
氯仿相 Chloroform phase	-0.27	-0.46	-0.08	-0.31	-0.60	-0.14	0.14	-0.01	-0.31
乙酸乙酯相 Ethyl acetate phase	-0.36	-0.49	-0.22	-0.31	-0.67	-0.48	0.09	-0.17	-0.32
正丁醇相 Butanol phase	-0.17	-0.43	0.10	-0.26	-0.60	0.07	0.10	0.29	-0.07
萃取残留相 Water phase	-0.10	-0.26	0.06	-0.19	-0.33	-0.44	0.27	0.22	0.17

3 讨论与结论

3.1 半夏根系分泌物对 5 种受试材料的化感作用及浓度效应

生物测定是化感作用研究的一种特殊手段,

能够快速、灵敏地定性分析化感作用及其浓度效应,对于化感活性物质的筛选、分离、鉴定、验证,及化感作用机理或机制研究具有重要作用<sup>[13]</sup>。生物测定的指标从各方面反映了化感物质对受试材料的化感效应,但单一指标指示化感作用往往具有片面性,且各指标间显示的化感作用存在差

异性。该研究通过计算平均敏感指数有效地克服了上述不足,并能综合评价化感物质对受试材料化感作用强弱。试验结果显示,半夏根系分泌物对萝卜、莴笋、半夏有化感抑制作用,作用强度为半夏>莴笋>萝卜;对白菜没有明显的化感作用;对苋菜有化感促进作用。说明化感物质具有一定范围的作用谱,这与耿广东<sup>[14]</sup>对辣椒化感作用的研究,孙文浩等<sup>[15]</sup>对胡桃酮的研究,杨瑞吉<sup>[16]</sup>对油菜根系分泌物的研究结果相似。植物产生活性物质早已被证实<sup>[9]</sup>,且主要通过自然挥发、雨雾淋溶、根系分泌和残体分解、降解等途径释放到环境中产生化感作用。该研究发现半夏根系分泌物具有化感效应,且其化感效应与分泌物浓度呈正相关,当浓度高于 $1.122\ 3\times 10^{-4}\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时(物种水平 $M_4=-0.78$ )就会产生明显的化感效应。因此,化感自毒作用可能是引起半夏连作障碍的原因之一。同时,该研究还发现,半夏根系分泌物对白菜和苋菜生长没有明显的化感效应(表6),只有当浓度达到 $1.122\ 3\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,才会产生化感抑制作用(表7),且主要影响幼苗的生长(平均敏感指数为 $-0.05$ 和 $-0.06$ )。说明半夏根系分泌的化感物质具有一定选择性,只有在合适浓度、遇到合适受体时才会产生化感作用。

### 3.2 半夏根系分泌物不同极性部位自毒作用

植物间的化感作用是通过特定的化学物质为媒介而实现的早已被证实,化感物质的研究一直是植物化感作用研究中最基本和最关键的问题<sup>[9]</sup>。药用植物连作障碍的主要原因是药用植物产生了对本身生长具有潜在抑制作用的化感物质<sup>[17]</sup>。对于连作障碍现象严重的半夏而言,研究其化感物质的来源及极性,对于探寻半夏产生自毒作用的化感物质,最终揭示半夏连作障碍发生的化感作用机理具有重要意义。该研究表明,半夏根系分泌物不同极性部位产生自毒作用的三级敏感指数均为负值,即不同极性部位都能产生化感作用,可能都含有化感物质,说明半夏根系产生的化感自毒物质极性分布范围广。

半夏根系分泌物乙酸乙酯萃取相对半夏珠芽萌发和幼苗生长均呈强烈的化感抑制作用,三级敏感指数绝对值最大,其平均值为 $-0.36$ ;对珠芽萌发和幼苗生长的二级敏感指数分别为 $-0.49$ 和 $-0.22$ ,说明半夏根系产生的化感自毒物质主

要存在于乙酸乙酯部位。

半夏根系分泌物的自毒作用主要发生在珠芽萌发阶段,能显著抑制半夏珠芽的萌发,对珠芽萌发率的三级敏感指数为 $-0.67$ 。种群更新的主要方式是种子萌发产生新个体。珠芽是半夏种群更新的主要方式,珠芽萌发率低必然会导致半夏个体数量的减少和种群扩展力的减弱,这可能是大田生产中半夏连作地出苗率低、倒苗严重的原因之一,有待于进一步研究。

### 参考文献

- [1] 国家药典委员会. 2015年版一部药典[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015.
- [2] 王志强,李炳超. 半夏药理作用研究进展[J]. 山西医药杂志,2009(1):65-67.
- [3] 江年琼. 半夏·天南星[M]. 北京:中国中医药出版社,2001.
- [4] 冉懋雄. 名贵中药材绿色栽培技术[M]. 北京:科学技术文献出版社,2002.
- [5] 周青,韩晓鹰,邹明勤. 生化他感作用的种群生态学意义[J]. 生物学通报,1996(3):6-8.
- [6] 董晓宁,高承芳,张晓佩,等. 多花黑麦草根系抑草潜力评价及其化感物质分析[J]. 草业学报,2013(4):61-68.
- [7] 张子龙,王文全. 药用植物连作障碍的形成机理及其防治[J]. 中国农业科技导报,2009(6):19-23.
- [8] 张重义,林文雄. 药用植物的化感自毒作用与连作障碍[J]. 中国生态农业学报,2009(1):189-196.
- [9] 孔垂华,姜永根. 化学生态学前言[M]. 北京:高等教育出版社,2010.
- [10] 耿广东,程智慧,张素勤. 不同浓度的辣椒化感物质对莴苣化感效应研究[J]. 华北农学报,2008(2):30-33.
- [11] WILLIAM G B, OBEE E M, WEIDENHAMER J D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent controls[J]. J Chem Ecol, 1988(14):181-187.
- [12] 马瑞君,惠继瑞,朱慧,等. 当归营养期的化感作用[J]. 中国生态农业学报,2008(6):1483-1488.
- [13] 戴进用. 小飞蓬(水浸液)化感作用的研究[D]. 海口:海南大学,2010.
- [14] 耿广东. 辣椒(*Capsicum annuum* L.)化感作用及其机理研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2005.
- [15] 孙文浩,余叔文. 相生相克效应及其应用[J]. 植物生理学通讯,1992(2):81-87.
- [16] 杨瑞吉. 油菜根系分泌物对不同作物幼苗生长的化感效应[J]. 生态环境,2006(5):1062-1066.
- [17] 吴叶宽. 黄花蒿化感作用与友好栽培研究[D]. 重庆:西南大学,2013.

## Allelopathy of Root Exudates of *Pinellia ternate*

TANG Chenglin<sup>1,2</sup>, LUO Fulai<sup>1,2</sup>, ZHAO Zhi<sup>1,2</sup>, WEI Guangyu<sup>1</sup>, HANG Ye<sup>1,2</sup>, LIU Hongchang<sup>1,2</sup>

(1. Agricultural College, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025; 2. Guizhou Key Laboratory of Propagation and Cultivation on Medicinal Plants, Guiyang, Guizhou 550025)

**Abstract:** To research the allelopathic effect of *Pinellia ternate* root secretions to different acceptor materials with bioassay method, *Pinellia ternate* root secretions and its different polar components were used as donor materials, and *Pinellia ternate*, asparagus lettuce, radish, Chinese cabbage and edible amaranth were used as acceptor materials. The results showed that *Pinellia ternate* root secretions had allelopathic inhibitory effects to *Pinellia ternate*, asparagus lettuce and radish, and the effective strength was the maximum to *Pinellia ternate*, followed by asparagus lettuce. The allelopathic effect of *Pinellia ternate* root secretions had concentration effect, and the allelopathic effect was the strongest with the concentration  $1.122\ 3\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ , and showed allelopathic inhibitory effects to all acceptor materials. The allelochemicals produced by *Pinellia ternate* roots had a large polar scope, and the autotoxicity strength generated by different polarity parts was different, of which the autotoxicity strength generated by ethyl acetate extracts was the strongest, and could strongly inhibitor *Pinellia ternate* buldlet to germinate and seedling to grow. Root secretions might be one of the reasons that generates *Pinellia ternate* continuous cropping obstacle and one of the reasons that low emergence rate and serious sprout of *Pinellia ternate* in field, allelochemicals produced by *Pinellia ternate* root secretions had some selectivity, allelopathic effect showed only under suitable concentration and acceptors.

**Keywords:** *Pinellia ternate*; root exudates; allelopathy; autotoxins

立足黑龙江 辐射全中国 聚焦大农业 促进快发展

## 2018 年《黑龙江农业科学》征订启事

《黑龙江农业科学》由黑龙江省农业科学院主办的综合性科技期刊,是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊。现已被中国核心期刊(遴选)数据库、中国学术期刊综合评价数据库等多家权威数据库收录。月刊,每月 10 日出版,国内外公开发刊。国内邮发代号 14—61,国外发行代号 M8321,每期定价 12.00 元,全年 144.00 元。

热忱欢迎广大农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及农业技术推广人员、管理干部和广大农民群众踊跃订阅。全国各地邮局均可订阅,漏订者可汇款至本刊编辑部补订。汇款写明订购份数、收件人姓名、详细邮寄地址及邮编。

另欢迎订购合订本珍藏版。2007 年合订本定价 80.00 元,2008—2009 年合订本每本定价 90.00 元,2010—2016 年合订本每本定价 180.00 元,每本邮费 10.00 元。

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告

地址:哈尔滨市南岗区学府路 368 号《黑龙江农业科学》编辑部  
电话:0451—86668373

邮 编:150086  
投稿网址:www.haasep.cn