

doi:10.11937/bfyy.20181749

## 不同溶剂萃取对分蘖洋葱根系分泌物化感作用的影响

于洪杰, 陈少灿, 周晓静, 付彦祥, 吴凤芝

(东北农业大学 园艺园林学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘 要:**以分蘖洋葱品种为“绥化”试材,研究了正丁醇、乙酸乙酯、乙醚和三氯甲烷4种不同极性有机溶剂萃取的分蘖洋葱根系分泌物组分对番茄种子萌发及幼苗生长的影响,以研究不同溶剂萃取对分蘖洋葱根系分泌物化感作用的影响。结果表明:乙酸乙酯萃取条件下的分蘖洋葱根系分泌物组分的化感作用最强,能够显著降低番茄种子发芽率,明显抑制番茄根系及幼苗的生长。因此,乙酸乙酯能够较好的萃取分蘖洋葱根系分泌物的强活性化感组分,可以作为分蘖洋葱根系分泌物研究过程中的主要萃取相。

**关键词:**分蘖洋葱;根系分泌物;萃取;化感作用

**中图分类号:**S 633.201 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2019)01-0001-06

植物间的化感作用被认为是普遍存在的,其中既包括了物种间的有益促进作用,也包含了物种间的有害抑制作用。例如,黑麦草、木豆与玉米间作能够表现出化感促进作用而提高玉米产量<sup>[1-2]</sup>;白羽扇豆间作能够通过促进小麦磷吸收提高小麦产量<sup>[3]</sup>;黑胡桃对苹果树、分葱对白菜幼苗则表现为化感抑制作用,显著降低植物的生物量<sup>[4-5]</sup>。其中根系分泌物是植物化感作用的一条重要途径,也是化感物质的一个重要来源,在植物互作过程中发挥着至关重要的作用。

在复杂的植物根际环境中,根系分泌物可以参加植物-植物,植物-微生物和三级营养互动(植物-微生物-土壤动物)之间的交流活动<sup>[6-8]</sup>。根系分泌物中含有多种具有生物活性的物质。植物可

以通过向土壤中分泌化感物质来抑制周围植物的生长,例如入侵植物矢车菊通过分泌儿茶素<sup>[9]</sup>,高粱释放高粱酮<sup>[10]</sup>,洋槐通过分泌杨梅酮、洋槐黄素、橡皮素<sup>[11]</sup>来抑制周围植被的生长。然而,由于植物根系生长在黑暗复杂的土壤环境中,根系分泌物的活性成分及浓度的确定一直是研究的一大难题。

分蘖洋葱是番茄的良好伴生作物,在番茄生长和抗病过程中均发挥了积极的作用<sup>[12-15]</sup>,并且分蘖洋葱根系分泌物也被证实具有较强的化感作用<sup>[16]</sup>,但是,有关分蘖洋葱根系分泌物化感活性成分分离的研究尚少。根系分泌物中大部分成分为有机物,其分离难度要比无机物大很多,因此找到合适的分离方法对于根系分泌物的研究至关重要。该研究选取4种不同极性的有机溶剂对分蘖洋葱根系分泌物进行萃取,每种萃取组分设置4种浓度对番茄进行化感强度生物测试,以期分为分蘖洋葱根系分泌物的化感功能组分的探索提供科学的研究方法。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

供试分蘖洋葱品种为“绥化”,购自市场;供试

**第一作者简介:**于洪杰(1990-),女,黑龙江鹤岗人,博士研究生,研究方向为蔬菜生理生态。E-mail: yuhongjie2016@aliyun.com.

**责任作者:**吴凤芝(1963-),女,黑龙江勃利人,博士,教授,研究方向为设施园艺与蔬菜生理生态。E-mail: fzwu2006@aliyun.com.

**基金项目:**国家大宗蔬菜产业技术体系专项资助项目(CARS-23-08)。

**收稿日期:**2018-07-05

番茄品种为“月光”,来自东北农业大学番茄育种实验室。

## 1.2 试验方法

### 1.2.1 分蘖洋葱根系分泌物的收集

试验于2017年10月至2018年4月在东北农业大学园艺试验站人工气候室和园艺学院设施生理生态研究室中进行。收集分蘖洋葱根系分泌物,每盆定植3株,种植120盆,20 d后收集根系分泌物。根系分泌物收集方法参考REN等<sup>[17]</sup>和HAO等<sup>[18]</sup>的方法:小心的将分蘖洋葱从盆中取出,洗净根系表面。将苗放入烧杯中,加入100 mL 无菌去离子水。向去离子水中加入 $0.5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{CaCl}_2$ 保持根系渗透压。每个烧杯中放置5株分蘖洋葱幼苗,将各烧杯中的根系分泌物收集液合并到一起。收集过程中用锡纸将烧杯包住防止见光和灰尘进入。将烧杯放在摇床中,低速摇晃( $50 \sim 90 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ),光照下收集48 h。期间要观察烧杯中水位变化,及时补充(因为植物吸水和水分的挥发造成水减少)。收集结束后,根系用吸水纸吸干表面水分,称质量;根据根鲜质量调整根系分泌物水溶液浓度,使其终浓度为 $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 水溶液,然后过 $0.22 \mu\text{m}$ 微孔滤膜, $-20^\circ\text{C}$ 保存备用。

### 1.2.2 分蘖洋葱根系分泌物的分离

采用萃取的方法对分蘖洋葱根系分泌物进行分离,取分蘖洋葱根系分泌物300 mL,浓度为 $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,分别用乙醚、乙酸乙酯、三氯甲烷和正丁醇4种有机溶剂按体积比2:1的比例萃取3次后,将上述4个组分经无水硫酸钠干燥后,减压浓缩至干,溶于30 mL 甲醇中,放入 $-20^\circ\text{C}$ 冰箱中备用,留待生物检测。

### 1.2.3 生物检测

分蘖洋葱根系分泌物不同萃取组分对番茄种子萌发的影响:分别吸取1.2.2中各萃取组分的根系分泌物甲醇溶解液50、100、500、1 000  $\mu\text{L}$ ,加入底部铺有2层滤纸的培养皿中,甲醇完全挥发后,加入10 mL 蒸馏水(各萃取组分的浓度按单位体积溶液溶解鲜根质量分泌的根系分泌物计算,记为0.05、0.10、0.50、 $1.00 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ),各浓度的对照分别加入等量的甲醇,挥发后加入蒸馏水。在滤纸上均匀地摆放30粒番茄种子,各处理设3次重复,每重复3个培养皿,培养皿置于 $28^\circ\text{C}$ 培养箱中进行暗培养,每天统计种子的发芽

数,5 d后测定番茄种子胚根长,并计算种子的发芽率和发芽指数。

分蘖洋葱根系分泌物不同萃取组分对番茄幼苗生长的影响:试验处理同种子萌发。将番茄种子装于烧杯中置于 $55^\circ\text{C}$ 水浴中进行种子表面消毒,之后浸泡于蒸馏水中6 h,种子沥干多余水分后用湿纱布包裹后置于 $28^\circ\text{C}$ 环境中12~16 h,观察种子以刚刚露芽为最佳,其后选取芽长一致的种子播种于装有细沙的育苗盘中,放置于人工气候箱中(白天温度 $28 \sim 30^\circ\text{C}$ ,夜温 $18^\circ\text{C}$ ,光照周期12 h,相对湿度75%),待2片子叶展平时将番茄苗小心取出,洗去根表面的细沙,选取根系长度相近的幼苗置于培养皿中,每个培养皿中放置3棵幼苗,每处理设3次重复,每重复设3个培养皿。7 d后测定番茄幼苗的总根长、株高及全株鲜质量。

## 1.3 项目测定

发芽以胚根突破种皮为准,胚根长及幼苗株高采用游标卡尺测量,植株鲜质量用分析天平称量,总根长采用万深(LA-S2400型)植物根系分析仪对整株根系进行扫描,并利用根系分析系统测得。

## 1.4 数据分析

采用Microsoft Excel软件处理原始数据;采用SAS 8.1软件进行数据分析,多重比较使用Tukey's HSD法( $P < 0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 分蘖洋葱根系分泌物各萃取组分对番茄种子萌发的影响

由表1可以看出,各萃取组分浓度为0.05、0.10、0.50、 $1.00 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,乙酸乙酯萃取组分对番茄发芽率以及发芽指数的影响均显著低于对照( $P < 0.05$ ),浓度为 $0.50 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时,正丁醇萃取组分对番茄种子发芽率的影响低于对照,但显著高于乙酸乙酯萃取组分。因此,分蘖洋葱根系分泌物的乙酸乙酯萃取组分能够显著降低番茄种子发芽率和发芽指数( $P < 0.05$ ),除乙酸乙酯萃取组分能够显著降低番茄种子发芽指数外( $P < 0.05$ ),其余各组分与对照间的差异均不显著( $P > 0.05$ )。

表1 分蘖洋葱根系分泌物各萃取组分对番茄种子萌发的影响

Table 1 Effect of different various fractions in potato onion root exudates on the seed germination of tomato

溶剂 Solvent	发芽率 Germination rate/%				发芽指数 Germination index			
	0.05	0.10	0.50	1.00	0.05	0.10	0.50	1.00
CK	95.6±3.9a	94.4±3.9a	88.9±5.1a	90.0±3.3a	24.6±1.4a	24.0±1.5a	24.1±1.7a	21.5±1.4a
正丁醇	91.1±5.1ab	90.0±3.3a	82.2±6.9a	70.0±6.7b	23.6±1.1a	23.2±1.7a	21.2±2.8a	17.2±0.7a
乙酸乙酯	80.0±6.7b	71.1±5.1b	60.0±6.7b	47.8±5.1c	17.2±1.7b	16.4±0.6b	14.5±1.4b	9.8±1.0b
乙醚	93.3±3.3a	86.7±6.7a	86.7±5.8a	75.6±6.9ab	24.3±0.9a	23.7±1.3a	24.3±1.2a	19.1±3.3a
三氯甲烷	91.1±5.1ab	87.8±3.9a	85.6±3.9a	78.9±5.1ab	24.3±0.2a	24.4±1.0a	24.6±1.1a	18.9±1.4a

注:不同小写字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ )。下同。

Note: Different lowercase letters show significant difference at 0.05 level. The same below.

## 2.2 分蘖洋葱根系分泌物各萃取组分对番茄种子胚根长的影响

如图1所示,在 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 浓度条件下,各萃取组分与对照间均差异不显著( $P>0.05$ ),在 $0.10$ 、 $0.50$ 、 $1.00\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 浓度条件下,乙酸乙酯萃取组分均显著降低了番茄种子胚根长( $P<0.05$ ),而其它各萃取组分与对照间差异不显著( $P>0.05$ )。

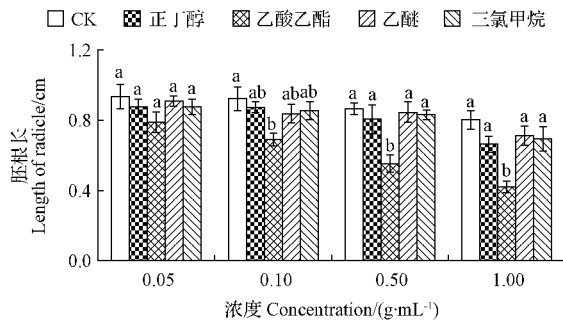


图1 分蘖洋葱根系分泌物各萃取组分对番茄胚根长的影响

Fig. 1 Effect of different extract components in potato onion root exudates on the radicle length of tomato

## 2.3 分蘖洋葱根系分泌物各萃取组分对番茄幼苗总根长的影响

由图2可知,乙酸乙酯萃取组分在 $0.05$ 、 $0.10$ 、 $0.50$ 、 $1.00\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 4个浓度条件下均显著抑制番茄的根系生长( $P<0.05$ ),正丁醇萃取组分在浓度为 $1.00\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的条件下也显著抑制番茄的根系生长( $P<0.05$ ),但在 $0.05$ 、 $0.10$ 、 $0.50\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 浓度条件下与对照之间差异不显著( $P>0.05$ ),而乙醚和三氯甲烷萃取组分在4个浓度条件下与对照均无显著差异( $P>0.05$ )。

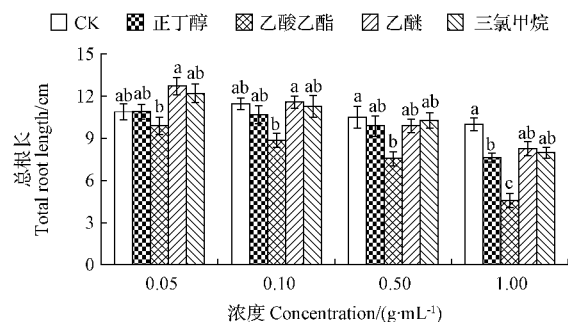


图2 分蘖洋葱根系分泌物各萃取组分对番茄总根长的影响

Fig. 2 Effect of different extract components in potato onion root exudates on the total root length of tomato

## 2.4 分蘖洋葱根系分泌物各萃取组分对番茄幼苗株高的影响

由图3可知,乙酸乙酯萃取组分在 $0.05$ 、 $0.10$ 、 $0.50$ 、 $1.00\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 4个浓度条件下均显著降低了番茄的株高( $P<0.05$ ),正丁醇萃取组分在 $0.50\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 和 $1.00\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的高浓度条件下也显著降低了番茄的株高( $P<0.05$ ),但在 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 和 $0.10\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 浓度条件下与对照差异不显著( $P>0.05$ ),而乙醚和三氯甲烷萃取组分在4个浓度条件下对番茄株高的影响与对照间均无显著差异( $P>0.05$ )。

## 2.5 分蘖洋葱根系分泌物各萃取组分对番茄幼苗全株鲜质量的影响

由图4可知,在 $0.05\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 浓度水平下,各处理对番茄植株鲜质量的影响与对照间均无差异( $P>0.05$ ),在 $0.10$ 、 $0.50$ 、 $1.00\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 浓度水平下,乙酸乙酯萃取组分均显著降低了番茄植株鲜质量( $P<0.05$ ),而其它各处理与对照间差异不显著( $P>0.05$ )。

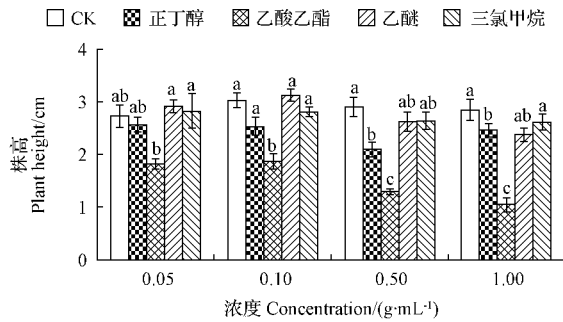


图3 分蘖洋葱根系分泌物各萃取组分对番茄株高的影响

Fig. 3 Effect of different extract components in potato onion root exudates on the plant height of tomato

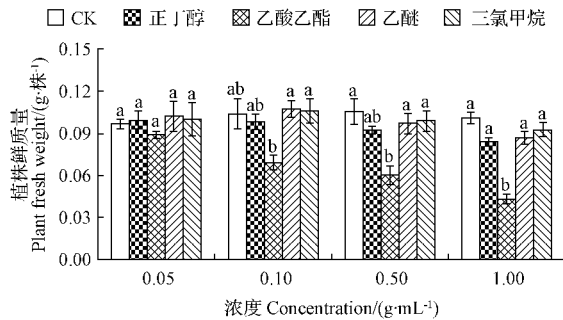


图4 分蘖洋葱根系分泌物各萃取组分对番茄植株鲜质量的影响

Fig. 4 Effect of different extract components in potato onion root exudates on plant fresh weight of tomato seedlings

### 3 讨论与结论

根系分泌物在植物互作过程中扮演着重要角色,但根系分泌物成分复杂,影响因素较多,想要获得准确可信的试验结果,选择科学的研究方法尤为重要。该研究选取4种不同极性的有机溶剂进行分蘖洋葱根系分泌物的萃取分离,并将各萃取组分设置4种不同浓度探明了分蘖洋葱根系分泌物对番茄的种子萌发和幼苗生长的化感作用。结果表明,分蘖洋葱根系分泌物的乙酸乙酯萃取组分对番茄的种子萌发和幼苗生长表现出抑制作用,且抑制作用随着浓度的升高而加强。

前人在研究植物根系分泌物的化感作用时发现,不同植物的不同溶剂萃取组分的化感效应表现不同。例如,葡萄根系分泌物的三氯甲烷萃取

组分的抑制作用表现最强<sup>[19]</sup>;地黄和大蒜的乙酸乙酯萃取组分的化感效应最明显<sup>[20-21]</sup>;百合根系分泌物的化感效应由强到弱的溶剂组分依次为甲醇组分、三氯甲烷组分、石油醚组分、乙酸乙酯组分和乙醚组分<sup>[22]</sup>。该试验中,分蘖洋葱根系分泌物的乙酸乙酯萃取组分在4种浓度条件下对番茄种子萌发及幼苗生长均表现出了显著的化感抑制效应,同时在较大浓度条件下正丁醇也具有显著的抑制作用,而乙醚和三氯甲烷的萃取组分与对照间没有显著差异。由此可知,分蘖洋葱的化感活性组分主要存在于乙酸乙酯萃取组分中,这与地黄和大蒜的强化感萃取溶剂相同<sup>[20-21]</sup>,但与百合和葡萄根系分泌物的强化感组分结果不同<sup>[19,22]</sup>。有机溶剂萃取分离方法是根据化感物质在2种不相溶或者部分相溶的溶剂中的分配比例不同而达到分离纯化的目的,有机萃取剂的极性不同,萃取组分中所含的化感物质的极性也不同,随着萃取溶剂极性的增大萃取组分中物质的极性也随之增强,而不同种类植物根系分泌的化感物质种类和极性存在很大的差异,因而不同种类植物的化感活性物质也会溶解在不同极性的萃取溶剂中。该试验中,分蘖洋葱根系分泌物的化感活性物质主要存在于乙酸乙酯和正丁醇萃取组分中,而乙酸乙酯和正丁醇为中等极性物质,因此推测,分蘖洋葱根系分泌物中的化感活性成分为中等极性的可能性较大,但具体的化感活性物质仍有待进一步的研究。

王璞等<sup>[23]</sup>认为,化感物质的生物活性大小首先是由化感物质的浓度决定的。一般来说,低浓度化感物质对植物的代谢及生长能够表现出促进作用,而高浓度化感物质则表现为抑制或无作用等形式<sup>[24]</sup>。例如,薇甘菊提取物的乙醇组分对水稻、萝卜、黄瓜、菜心等作物具有不同程度的化感作用,总体呈现低促高抑的现象<sup>[25]</sup>;大蒜根系分泌物对莴苣种子发芽和幼苗生长在浓度为 $0.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 和 $0.2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时表现为促进作用,而在 $0.4 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 和 $0.6 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时表现为抑制作用<sup>[26]</sup>;程智慧等<sup>[27]</sup>研究辣椒分泌的化感物质对莴苣种子发芽和幼苗生长的作用时表明,浓度为 $0.01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时表现促进作用,浓度为 $0.04 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 时则表现明显的抑制作用。该试验中,分蘖洋葱根系分泌物的乙酸乙酯萃取组分的化感强度随着浓度的加大对番茄种子萌发和

幼苗生长的抑制作用逐渐增强,与前人研究结果不一致。该研究推测分蘖洋葱根系分泌物乙酸乙酯组分中的化感物质主要为化感抑制物质,无论浓度高低均表现为抑制作用;分蘖洋葱根系分泌物具有低促高抑效应,而该试验设定的根系分泌物浓度过高,高于化感物质表现为促进作用时的浓度,所以没有表现出化感促进作用。该试验设定的浓度为 $0.05, 0.10, 0.50, 1.00 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,其中包含了大蒜根系分泌物的促进作用的浓度 $0.10 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,但却没有涵盖辣椒根系分泌物 $0.01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的促进作用的浓度,因此分蘖洋葱根系分泌物的化感作用是否具有低促高抑效应需要设定更多的浓度梯度(尤其较小浓度)进行更深入的研究。

另外,前人也有研究发现,植物根系分泌物的化感活性物质不仅因为植物种类不同发生变化,同一种植物在其不同的发育阶段,根系分泌物也会发生变化<sup>[28]</sup>。因此,对根系分泌物的化感作用进行研究时,也需要综合考虑植物的发育时期对根系分泌物的影响。而该试验只选取了分蘖洋葱的一个发育时期,其它发育时期的根系分泌物化感作用有待进一步探明。

综上,分蘖洋葱根系分泌物在乙酸乙酯萃取条件下,能够分离出较多的化感活性物质,并对番茄的种子萌发和幼苗生长均表现出显著的抑制作用,抑制作用在浓度为 $0.05 \sim 1.00 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 范围内随着浓度的升高抑制作用逐渐加强,因此,在对分蘖洋葱根系分泌物进行分离时,乙酸乙酯可以作为较好的萃取溶剂。而分蘖洋葱根系分泌物更低浓度的化感效应以及分蘖洋葱不同发育时期对根系分泌物化感活性的影响仍然有待进一步的研究。

## 参考文献

- [1] YILDIRIM E, EKINCI M. Intercropping systems in sustainable agriculture[M]. SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2017.
- [2] GARLAND G, BÜNEMANN E K, OBERSON A, et al. Plant-mediated rhizospheric interactions in maize-pigeon pea intercropping enhance soil aggregation and organic phosphorus storage[J]. Plant and Soil, 2017, 415(1-2): 37-55.
- [3] CARRUTHERS K, PRITHIVIRAJ B, FE Q, et al. Intercropping corn with soybean, lupin and forages: Yield component responses[J]. European Journal of Agronomy, 2000(12): 103-115.
- [4] 赵杨景. 植物化感作用在药用植物栽培中的重要性和应用前景[J]. 中草药, 2000, 31(8): 1-4.
- [5] 姜丽, 孙玉文, 刘景安. 分蘖对黄瓜、萝卜和白菜的化感作用[J]. 中国农学通报, 2007(2): 263-266.
- [6] EISENHAEUER N, LANOUE A, STRECKER T, et al. Root biomass and exudates link plant diversity with soil bacterial and fungal biomass[J]. Scientific Reports, 2017(7): 44641.
- [7] HUANG X F, CHAPARRO J M, REARDON K F, et al. Rhizosphere interactions: Root exudates, microbes, and microbial communities[J]. Botany, 2014, 92(4): 267-275.
- [8] PRITHIVIRAJ B, PASCHKE M W, VIVANCO J M. Root communication: The role of root exudates[J]. Encyclopedia of Plant and Crop Science, 2017(1): 1-4.
- [9] BAIS H P, VEPACHEDU R, GILROY S, et al. Allelopathy and exotic plant invasion: From molecules and genes to species interactions[J]. Science, 2003, 301: 1377-1380.
- [10] WESTON L A, ALSADAWI I S, BAERSON S R. Sorghum allelopathy from ecosystem to molecule[J]. Journal of Chemical Ecology, 2013, 39: 142-153.
- [11] HABIB N, IQBAL Z, HIRADATE S, et al. Allelopathic potential of *Robinia pseudoacacia* L[J]. Journal of Chemical Ecology, 2005, 31: 2179-2193.
- [12] WU X, WU F, ZHOU X, et al. Effects of intercropping with potato onion on the growth of tomato and rhizosphere alkaline phosphatase genes diversity[J]. Frontiers in Plant Science, 2016(7): 846.
- [13] 吴瑕, 吴凤芝, 周新刚. 分蘖洋葱伴生对番茄矿质养分吸收及灰霉病发生的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2015(21): 734-742.
- [14] YU H, CHEN S, ZHOU X, et al. Root interactions and tomato growth in tomato/potato onion companion-cropping system under different phosphorus levels[J]. Journal of Plant Interactions, 2017(12): 438-446.
- [15] FU X, LI C, ZHOU X, et al. Physiological response and sulfur metabolism of the *V. dahliae*-infected tomato plants in tomato/potato onion companion cropping[J]. Scientific Reports, 2016(6): 36445.
- [16] LI M, LI S, ZHOU X, et al. Effects of cover crops on cucumber growth, soil microbial communities and soil phenolic content[J]. Allelopathy Journal, 2016, 37(2): 161-174.
- [17] REN L, SU S, YANG X, et al. Intercropping with aerobic rice suppressed *Fusarium* wilt in watermelon[J]. Soil Biol Biochem, 2008, 40: 834-844.
- [18] HAO W Y, REN L X, RAN W, et al. Allelopathic effects of root exudates from watermelon and rice plants on *Fusarium oxysporum* f. sp. niveum[J]. Plant Soil, 2010, 336: 485-497.
- [19] 郭修武, 李娜, 李坤, 等. 葡萄根系分泌物与腐解物不同萃取组分的化感效应[J]. 吉林农业大学学报, 2012, 34(6): 634-638.
- [20] 王明道, 陈红歌, 刘新育, 等. 地黄对芝麻的化感作用及其化感物质的分离鉴定[J]. 植物生态学报, 2009, 33(6): 1191-1198.
- [21] 周艳丽. 大蒜(*Allium sativum* L.)根系分泌物的化感作用研究及化感物质鉴定[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2007.

[22] 徐鹏,程智慧,梁静,等. 百合根系分泌物中不同组分的化感作用[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2011, 39(11): 167-172.

[23] 王璞,赵秀琴. 几种化感物质对棉花种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 中国农业大学学报, 2001(3): 26-31.

[24] 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, 2001.

[25] 梁斌,袁亚莉,谷文祥,等. 薇甘菊化感作用的初步研究[J].

杂草科学, 2006(1). 21-23.

[26] 周艳丽,王艳,李金英,等. 大蒜根系分泌物的化感作用[J]. 应用生态学报, 2011, 22(5): 1368-1372.

[27] 程智慧,耿广东,张素勤,等. 辣椒对莴苣的化感作用及其成分分析[J]. 园艺学报, 2005(1): 100.

[28] 王玉萍,赵杨景,邵迪,等. 西洋参根系分泌物的初步研究[J]. 中国中药杂志, 2005, 30(3): 229-231.

## Allelopathy of Different Extraction Components in Potato Onion Root Exudates

YU Hongjie, CHEN Shaocan, ZHOU Xiaojing, FU Yanxiang, WU Fengzhi

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030)

**Abstract:** In order to study the allelopathy of different separation in potato onion root exudates, n-butyl alcohol, ethyl acetate, aether and chloroform were used to extract the potato onion root exudates, and the effect of the four different extractions on tomato's seed germination and seedling growth was studied. The results showed that, the allelopathy of ethyl acetate separation component was the strongest, and it could suppress the seed germination and seedling growth of tomato. Therefore, ethyl acetate could separate the potato onion root exudates better and could be the extract phase when further study the component of potato onion root exudates.

**Keywords:** potato onion; root exudates; extraction component; allelopathy

## 欢迎订阅 2019 年《北方园艺》

中文核心期刊(1992—2017)

中国农业核心期刊

美国化学文摘社(CAS)收录期刊

2015、2016、2018 年期刊数字影响力 100 强

《北方园艺》是由黑龙江省农业科学院主管,黑龙江省园艺学会、黑龙江省农业科学院主办的园艺类综合性学术期刊。创刊以来,《北方园艺》不断策划新栏目,聚焦热点专题,推出具有创新价值、学术价值和实用价值的科研成果;在新时代背景下,《北方园艺》积极推动传统媒体与新兴媒体的融合发展,设有专属投稿网站和微信公众号,学术传播力不断提升。作者也可将团队试验成果以音视频形式在本刊微信公众号传播,具体事宜联系编辑部。

国际标准刊号:ISSN 1001—0009

国内统一刊号:CN 23—1247/S 邮发代号:14—150

半月刊 每月 15、30 日出版 单价:15.00 元 全年:360.00 元

全国各地邮局均可订阅,或直接向编辑部汇款订阅。

投稿网址:www.haasep.cn

地址:黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号《北方园艺》编辑部

邮编:150086 电话:0451—86674276 信箱:bfybjb@163.com

