

孙 敏,任旭琴,姚海燕,等. 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒的化感效应及缓解物质[J]. 江苏农业科学,2017,45(23):124-126.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.23.032

# 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒的化感效应及缓解物质

孙 敏<sup>1</sup>,任旭琴<sup>1</sup>,姚海燕<sup>2</sup>,蔡佳伟<sup>1</sup>,李梦瑶<sup>1</sup>

(1. 淮阴工学院,江苏淮安 223002; 2. 山东省无棣县农业局,山东无棣 251900)

**摘要:**为探讨 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒的化感效应及凹土对该化感作用的缓解效应,将 2,6-二叔丁基苯酚设定为 0.01、0.1、1.0、10 mmol/L 4 个浓度和 1 个对照(CK),处理辣椒、番茄、青菜种子测定其发芽率和辣椒的各项生长指标。将凹土添加量分别设定为 20、40、60 g/kg 3 个含量,添加于 2,6-二叔丁基苯酚含量为 0.1、1.0、10 mmol/L 的辣椒生长土壤中,共 9 个处理。分别测定辣椒的株高、叶绿素含量、根系活力和超氧化物歧化酶(SOD)等各项生长及生理指标,研究凹土对该物质化感作用的缓解效应。结果表明,随 2,6-二叔丁基苯酚浓度的提高,辣椒、青菜、番茄种子的发芽率呈现先升高后降低的趋势。土壤中含有 2,6-二叔丁基苯酚添加凹土后的处理,以添加凹土含量为 20~40 g/kg 的各处理,辣椒叶绿素含量和根系活力等生长和生理指标较高,SOD 酶含量较高,过氧化物酶(POD)含量较低,表明凹土对 2,6-二叔丁基苯酚的化感抑制有明显的缓解效应。

**关键词:**凹土;辣椒;2,6-二叔丁基苯酚;化感作用

**中图分类号:** S641.301 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)23-0124-02

化感作用最早由澳大利亚植物学家 H. Molish 于 1937 年提出,是指某种类型植物包括微生物通过产生化学物质并排出至环境中,对其他生物的生长发育产生直接或间接的促进或抑制作用,也有人称之为异株克生或相克相生现象<sup>[1]</sup>。该作用对栽培的前后茬作物生长和产量等方面影响较大,也是目前土壤障碍的主要原因之一<sup>[2]</sup>。Rice 将化感物质大体上分为 14 类<sup>[3]</sup>,高等植物的化感物质主要是酚类、萜类、含氮化合物、聚乙炔及香豆素等次生物质,而酚类和萜类物质被证实是环境胁迫下化感活性较强的物质<sup>[4]</sup>。

凹凸棒土黏土(简称凹土)是一种天然非金属黏土矿物,凹土作为一种重要的稀缺性非金属矿产资源是我国优势非金属矿之一,在农牧业、建材、石油、冶金等多个领域有着广泛应用<sup>[5-8]</sup>。在农业生产上,凹土常被用作土壤改良<sup>[6]</sup>和污染土壤修复<sup>[8-9]</sup>。本研究利用 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒种子及栽培土壤进行处理,试图明确该酚类化合物对辣椒的化感效应,并对含有 2,6-二叔丁基苯酚栽培的辣椒土壤中添加一定量的凹土,以期研究凹土对 2,6-二叔丁基苯酚化感效应的缓解作用,为凹土进行蔬菜作物土壤改良提供试验依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2015 年 11 月在江苏省淮安市淮阴工学院温室内进行。试验药品 2,6-二叔丁基苯酚(分析纯),受体材料为辣椒品种绿源 3 号,凹土来源于淮安市盱眙中奥矿业。

### 1.2 试验设计

1.2.1 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒、番茄、青菜种子发芽的影响 试验设定 0、0.01、0.1、1.0、10 mmol/L 共 5 个处理。将不同处理的溶液浸种后的辣椒、番茄、青菜种子分别放于铺有 2 层滤纸的培养皿中,每皿 20 粒种子;培养皿中加入不同处理浓度溶液 20 mL,CK 则加入蒸馏水 20 mL,放入 23 ℃ 恒温箱培养,每天补充水分,7 d 测定其发芽率。

1.2.2 凹土对 2,6-二叔丁基苯酚化感效应的影响 为研究 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒生长及生理的影响,共设计了 3 个浓度,分别是 0.1、1.0、10 mmol/L。为研究凹土对辣椒化感抑制作用的缓解效应,将 2,6-二叔丁基苯酚设定 3 个浓度,分别是 0.1、1.0、10 mmol/L 添加于栽培辣椒的土壤中,此外,凹土含量设定 3 组处理,分别为 20、40、60 g/kg。土壤取自淮阴工学院试验基地,凹土来自淮安中奥矿业科技发展有限公司。将新鲜土壤翻晒,与凹土充分混合后放置 7 d,稳定其结构,为防止土壤板结加入一定量的珍珠岩混匀洒水搅拌,使土壤达到轻握成团、松手即散的状态。定植缓苗后将 15~20 mL 不同浓度的 2,6-二叔丁基苯酚溶液均匀浇入含有凹土的辣椒栽培盆内,共 9 个处理。不同处理浓度见表 1,每处理种 15 盆,共 135 盆。适时浇水,定植缓苗后 25 d 测定生长指标,辣椒生长 60 d 左右测定其叶绿素含量、可溶性糖含量、根系活力、超氧化物歧化酶活性、过氧化氢酶活性等生理指标,各指标测定方法均参照王学奎的方法<sup>[10]</sup>。

### 1.3 数据分析

采用 STAT 软件对测定的各项指标进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒、番茄、青菜种子的化感效应

从表 2 可以看出,与对照相比,随着 2,6-二叔丁基苯酚浓度的升高,3 种蔬菜种子的发芽率均呈现先升高后降低的趋势,且不同处理间差异显著,表明低浓度 2,6-二叔丁基苯酚对 3 种蔬菜的种子发芽有促进作用,高浓度的 2,6-二叔

收稿日期:2016-10-31

基金项目:江苏省前瞻性联合研究项目(编号:BY2016061-27);江苏省淮安市现代农业计划(编号:HAN2015001)。

作者简介:孙 敏(1973—),吉林梨树人,博士,副教授,研究方向为园艺植物栽培管理。E-mail:sunmin73@126.com。

表 1 试验处理

处理	2,6-二叔丁基苯酚浓度 (mmol/L)	凹土含量 (g/kg)
1	0.1	20
2	0.1	40
3	0.1	60
4	1.0	20
5	1.0	40
6	1.0	60
7	10	20
8	10	40
9	10	60

丁基苯酚对 3 种蔬菜种子发芽具有明显的抑制作用,3 种蔬菜种子都以浓度为 0.01、0.10 mmol/L 的处理发芽率高于对照,1.00、10.00 mmol/L 处理发芽率低于对照。

表 2 不同浓度 2,6-二叔丁基苯酚对蔬菜种子发芽率的影响

浓度 (mmol/L)	种子发芽率(%)		
	青菜	辣椒	番茄
CK	71.67c	71.33bc	73.33b
0.01	91.67a	85.00ab	85.00a
0.10	81.67b	80.00ab	73.33b
1.00	61.67d	58.33de	50.00d
10.00	51.67e	48.33e	41.67e

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ )。表 3、表 4 同。

表 3 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒生长及生理特性的影响

浓度 (mmol/L)	株高 (cm)	叶面积 (cm <sup>2</sup> )	叶绿素含量 (mg/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	根系活力 [mg/(g·h)]	SOD 含量 (U/g)	POD 含量 (μmol/g)
CK	10.50±0.77ab	6.57±0.44abc	1.61±0.12a	1.92±0.07b	323.16±2.66b	471.96±2.42b	40.54±2.55c
0.01	11.30±0.62a	7.18±0.19a	1.68±0.11a	2.32±0.15a	363.07±1.07a	486.06±1.75a	39.38±1.95c
0.10	10.13±0.50b	6.94±0.43ab	1.64±0.04a	1.99±0.15b	301.25±1.95c	445.66±2.64c	42.17±2.64c
1.00	8.77±0.21c	6.45±0.27bc	1.57±0.04a	1.58±0.03c	300.47±3.13c	428.49±2.27d	50.22±2.09b
10.00	7.60±0.05d	5.96±0.28c	0.83±0.07b	1.28±0.17d	249.61±1.00d	371.51±2.65e	58.46±2.97a

表 4 凹土对 2,6-二叔丁基苯酚胁迫下辣椒生长及生理特性的影响

处理	株高 (cm)	叶绿素含量 (mg/g)	可溶性糖含量 (mg/g)	根系活力 [mg/(g·h)]	SOD 含量 (U/g)	POD 含量 (μmol/g)
1	18.92±0.69a	1.87±0.11a	2.12±0.12a	379.26±1.72a	463.71±2.38b	59.2±1.89d
2	18.68±0.47a	1.63±0.05b	1.79±0.06bc	360.13±1.02c	470.23±2.43a	79.05±1.42b
3	15.72±0.72d	1.55±0.05bc	1.57±0.03de	323.08±1.90e	459.48±2.28bc	84.59±1.81a
4	18.14±0.17ab	1.81±0.04a	1.89±0.17b	368.25±1.84b	461.35±2.38b	53.20±0.78e
5	18.08±0.45ab	1.59±0.13bc	1.75±0.07bcd	354.77±1.95c	454.32±2.08c	62.70±1.55d
6	16.62±0.61c	1.49±0.07c	1.44±0.06ef	315.21±1.97e	422.89±3.34d	76.89±1.63b
7	17.46±0.56bc	1.80±0.05a	1.79±0.05bc	340.88±2.64d	389.02±2.96e	54.82±1.92e
8	17.14±0.25c	1.58±0.04bc	1.65±0.06cd	318.54±2.38e	371.57±2.36f	60.84±1.61d
9	15.34±0.39d	1.35±0.04d	1.26±0.13f	295.82±2.07f	332.15±1.52g	71.26±1.95c

含量的提高说明对细胞膜过氧化的修复功能增强,随土壤中 2,6-二叔丁基苯酚含量的增加,SOD 含量均有所降低,但凹土添加量为 20、40 g/kg 处理高于凹土添加量为 60 g/kg 的处理,且处理间差异显著。POD 含量在逆境下会逐渐升高,POD 值的提高往往说明逆境或化感抑制作用增强,随土壤中 2,6-二叔丁基苯酚含量的增加,POD 含量在逐渐增加,但凹土添加量为 20、40 g/kg 处理低于凹土添加量为 60 g/kg 的处理,且处理间差异显著。

2.2 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒生长及生理的影响

从表 3 可以看出,随土壤中 2,6-二叔丁基苯酚含量的增加,辣椒株高、叶面积、叶绿素含量、可溶性糖含量和根系活力等生长和生理指标均呈现先升高后降低的趋势,2,6-二叔丁基苯酚含量为 0.01 mmol/L 的处理各项生长及生理指标均高于对照,但其他处理各项指标则均低于对照。表明 2,6-二叔丁基苯酚含量浓度高于 0.1 mmol/L 对辣椒的生长和生理具有显著的抑制作用。

SOD 是机体内天然存在的超氧自由基清除因子,POD 是机体保护酶系之一,这 2 种酶含量变化可反应植物逆境伤害程度。从表 3 可以看出,随 2,6-二叔丁基苯酚含量的提高 SOD 活性呈现先升高后降低的现象,POD 含量呈现出先降低后升高的现象,而 POD 含量在衰老组织中会呈现升高的现象,表明低浓度的 2,6-二叔丁基苯酚使机体保护酶系提高,但浓度过高反而使其活性降低,对辣椒造成伤害。因此,高浓度的 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒生长造成了伤害,具有一定的化感抑制作用。

2.3 凹土对 2,6-二叔丁基苯酚化感抑制的缓解作用

从表 4 可以看出,含有 2,6-二叔丁基苯酚和凹土的 9 个处理,辣椒株高、叶绿素含量、可溶性糖含量、根系活力都以凹土添加量为 20、40 g/kg 的较高,与凹土添加量为 60 g/kg 的处理间差异显著,表明凹土对 2,6-二叔丁基苯酚的化感抑制作用具有一定的缓解效应,但并非含量越高越好。

SOD 保护酶对处于逆境的植物具有一定的修复功能,其

综合各项指标可以得出,凹土的添加可以缓解 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒生长的化感抑制作用,并以凹土添加量为 20、40 g/kg 较为适宜。

3 讨论与结论

化感作用在农业生产中的影响极为广泛,无论是作物的单一种植,还是间作、轮作、覆盖、翻埋、重茬种植等等,都需考虑化感作用的影响<sup>[6]</sup>。张新慧等认为,2,4-二叔丁基苯酚

徐建方. 苏茭优质高效栽培技术[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(23): 126–128.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.23.033

# 苏茭优质高效栽培技术

徐建方

(江苏省苏州市农业技术推广中心, 江苏苏州 215006)

**摘要:**茭实是一种特色水生蔬菜, 采收的茭米俗称“鸡头米”, 性糯, 味佳, 且含丰富营养成分和矿物质, 深受消费者喜爱, 有“水中人参”之誉。江苏省苏州市种茭历史悠久, 常年种植面积稳定在 1 334 hm<sup>2</sup> 左右, 有较好的市场前景和较高的生产效益。以苏州地区传统茭实栽种经验为基础, 以优质高效为目标, 对品种、茬口、栽种技术、肥水管理、有害生物防控等环节进行了总结, 旨在为实现苏茭新产地优质高效和增收提供借鉴。

**关键词:**苏茭; 优质高效; 栽培技术

**中图分类号:** S645.904<sup>+</sup>.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)23-0126-03

茭实为睡莲科茭属一年生大型草本水生植物, 常作蔬菜食用, 多作为营养滋补品来制作甜羹、菜肴<sup>[1]</sup>。目前我国茭实栽培种分刺茭、苏茭 2 类。刺茭属野生种, 曾名北茭, 其植株茎、叶、果均密生刚刺, 种粒小, 米仁小, 性粳, 品质差, 产量低, 全国各地均有种植。苏茭曾名南茭, 由人工培育而成, 原产自江苏省苏州市, 除叶缘和叶背面的叶脉上有稀疏刺毛外, 其余部位均无刺毛, 种子粒大, 米仁大, 性糯, 品质佳, 产量高, 经济效益高<sup>[1]</sup>。近年来全国各地纷纷引种栽培茭实, 尤以江

苏省、浙江省、上海市、安徽省、湖北省、江西省居多, 仅江苏省北部地区栽种面积就达 6 670 hm<sup>2</sup> 以上。本研究在苏州地区茭实传统栽种技术的基础上, 融入近年来最新科研成果, 系统阐明了苏茭优质高效栽培技术, 旨在为推广茭实优质高效栽培技术提供依据。

## 1 产地选择

茭实是浅水栽培蔬菜, 过去大多利用湖边浅滩、沼泽低塘栽培<sup>[2]</sup>, 近年来, 随着种植面积的不断扩大, 茭实越来越多发展到粮田种植。选择茭实产地时要注意土质与水的条件, 水底土壤以疏松、中等肥力的壤土、黏土为佳, 不宜选用污泥深及腐殖质含量高的塘田种植, 沙性土不宜。无公害生产应符合 NY5238—2005《无公害食品水生蔬菜》的规定。

收稿日期: 2017-07-14

基金项目: 江苏省苏州市科技项目(编号: SNG201346)。

作者简介: 徐建方(1963—), 男, 江苏昆山人, 高级农艺师, 主要从事蔬菜生产技术与推广工作。Tel: (0512) 65245493; E-mail: xjfsxz@163.com。

对啤酒花的化感效应呈现出低促高抑的作用<sup>[11]</sup>, 本研究结果与该结论一致。2,6-二叔丁基苯酚对青菜、辣椒、番茄均表现出低促高抑的化感作用, 也说明酚类化合物对植物确有一定的化感作用。

为改善植物的化感抑制作用, 孙敏等研究表明, 凹土可以作为肥料和土壤改良剂, 改善土壤团粒结构和刺激根的生长<sup>[12-14]</sup>, 对辣椒的化感抑制作用具有较好的缓解作用<sup>[13-14]</sup>。本研究结果表明, 适量添加凹土可以缓解 2,6-二叔丁基苯酚对辣椒的化感抑制作用, 当凹土含量为 20~40 g/kg 时, 辣椒的各项生长指标较高, 对其化感抑制作用的缓解效应较为明显。但凹土含量过高会使土壤理化性质改变, 透气性降低, 植物根系生长受到一定影响, 导致各项生长和生理指标较低。

## 参考文献:

- [1] 魏玲, 程智慧, 张亮. 不同品种大蒜秸秆水浸液对番茄的化感效应[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2008, 36(10): 139–145.
- [2] 李大伟, 贾庆利, 况振辉. 植物化感作用在蔬菜作物上的表现及其应用[J]. 陕西农业科学, 2004(4): 40–42.
- [3] Rice E L. Allelopathy[M]. 2nd edition. New York: Academic Press, 1984.

- [4] 孔垂华, 徐涛, 胡飞, 等. 环境胁迫下植物的化感作用及其诱导机制[J]. 生态学报, 2000, 20(5): 849–854.
- [5] 朱海清, 周杰. 凹凸棒石黏土的开发利用现状及发展趋势[J]. 矿产保护与利用, 2004(4): 14–17.
- [6] 胡涛, 钱运华, 金叶玲, 等. 凹凸棒土的应用研究[J]. 中国矿业, 2005, 14(10): 73–76.
- [7] 刘左军, 陈正宏, 袁惠君, 等. 凹凸棒石黏土对土壤团粒结构及小麦生长的影响[J]. 土壤通报, 2010, 41(1): 142–144.
- [8] 范迪富, 黄顺生, 廖启林, 等. 不同量剂凹凸棒石黏土对镉污染菜地的修复实验[J]. 江苏地质, 2007, 31(4): 323–328.
- [9] 刘总堂, 许敏, 林云青, 等. 有机黏土对污染土中 HCH 的固定及黑麦草生长的影响[J]. 中国环境科学, 2010, 30(4): 533–538.
- [10] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [11] 张新慧, 张恩和, 何庆祥, 等. 2,4-二叔丁基苯酚对啤酒花幼苗生长与光合特性的影响[J]. 草业学报, 2008, 17(6): 47–51.
- [12] 孙敏, 姚海燕, 任旭琴, 等. 凹土对甘蓝的大蒜鳞茎浸提液化感胁迫的缓解效应研究[J]. 北方园艺, 2016(24): 31–34.
- [13] 任旭琴, 高军, 陈伯清, 等. 凹土对辣椒自毒作用修复的生理生化机制研究[J]. 土壤, 2014, 46(5): 908–912.
- [14] 任旭琴, 高军, 陈伯清, 等. 辣椒 DBP/DIBP 胁迫及其修复剂优化和机理研究[J]. 农业环境科学学报, 2015, 34(6): 1121–1126.