

大葱根系浸提液对樱桃萝卜幼苗的化感效应

韩海霞,姚岭柏*,黄玉山

(集宁师范学院 生物系,内蒙古 乌兰察布 012000)

摘要: 为了探明大葱茬地块对樱桃萝卜生长及生理机制的影响,采用不同质量浓度大葱根系水浸提液处理樱桃萝卜种子,进行发芽试验后测定樱桃萝卜幼苗的生长、抗氧化酶活性及丙二醛(MDA)含量。结果表明:不同质量浓度大葱根系浸提液对樱桃萝卜幼苗化感效应有不同影响。大葱根系浸提液 20~30 g/L 对樱桃萝卜种子发芽、10~30 g/L 对樱桃萝卜幼苗胚根长均表现为极显著的化感抑制作用,而 <10 g/L 影响不明显,但对苗高始终表现为化感促进作用。与蒸馏水处理(对照)相比,随着大葱根系浸提液质量浓度的升高,过氧化物酶(POD)活性先升高后下降,过氧化氢酶(CAT)活性在浸提液 10~30 g/L 时极显著降低,而超氧化物歧化酶(SOD)活性无显著变化;对 POD、SOD、CAT 活性的总化感作用抑制率统计表明,浸提液质量浓度为 5~20 g/L 时,酶总活性受化感作用促进,而 30 g/L 时则被抑制;浸提液 5~30 g/L 处理的 MDA 含量高于对照,其中 20~30 g/L 处理与对照差异显著。表明大葱根系浸提液对樱桃萝卜种子发芽及幼苗生长具有化感抑制作用。樱桃萝卜幼苗通过增强 POD 活性清除体内氧自由基,但是随处理浓度升高,抗氧化酶活性均受抑制,膜质过氧化程度加剧。

关键词: 大葱根系浸提液;化感效应;樱桃萝卜;化感作用抑制率;抗氧化酶;丙二醛

中图分类号: S633.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)06-0105-04

Allelopathic Effect of *Allium fistulosum* Root Extract on *Raphanus sativus* Seedling

HAN Haixia, YAO Lingbai*, HUANG Yushan

(Department of Biology, Jining Normal University, Wulanchabu 012000, China)

Abstract: In order to understand the effects of stubble of *Allium fistulosum* on growth and physiological mechanisms of *Raphanus sativus*, the growth, antioxidant enzyme activity and malonaldehyde(MDA) content of *R. sativus* seedling were measured by germination test in different concentrations of root extract of *A. fistulosum*. The results showed that there were different effects on the allelopathic effects of different concentrations root extract of *A. fistulosum* on *R. sativus* seedlings. The germination of *R. sativus* were inhibited($P < 0.01$) by root extract of *A. fistulosum* when the concentration of extract were between 20 g/L and 30 g/L. The root length of *R. sativus* were inhibited($P < 0.01$) when the concentration of root extract were between 10 g/L and 30 g/L. And there were no significant difference when the concentration of root extract was less than 10 g/L compare with control. However, the seedling height was promoted by the root extract of *A. fistulosum*. With the increase of root extract concentration, the peroxide enzyme(POD) activity increased first and then decreased; and catalase(CAT) activity decreased significantly when the concentration of root extract were between 10 g/L and 30 g/L; there were no significant difference for the ac-

收稿日期:2015-01-30
基金项目:集宁师范学院科研课题(jsky2013035)
作者简介:韩海霞(1981-),女,内蒙古呼和浩特人,讲师,硕士,主要从事园艺植物栽培生理教学与研究工作。
E-mail:hanhx2010@163.com
* 通讯作者:姚岭柏(1979-),男,内蒙古呼伦贝尔人,讲师,硕士,主要从事植物栽培生理教学与研究工作。
E-mail:yaolingbai@163.com

tivities of superoxide dismutase(SOD) between the root extract treatments and the control. And total activities of the three antioxidant enzymes were increased by allelopathy when the concentrations of root extract were between 5 g/L and 20 g/L, and inhibited when the concentrations of root extract was 30 g/L. The contents of MDA were higher than the control when the the concentrations of root extract were between 5 g/L and 30 g/L, and reaching significant levels from 20 g/L to 30 g/L. The above results showed that there was an allelopathic inhibition of *A. fistulosum* root extract on seed germination and seedling growth of *R. sativus*. Furthermore, oxygen radical in *R. sativus* were eliminated by increasing POD activities. However, with the increase of root extract concentration, antioxidant enzymes activities were inhibited, so the peroxidization of cytomembrane would aggravate.

Key words: root extract of *Allium fistulosum*; allelopathic effect; *Raphanus sativus*; inhibitory rates; antioxidant enzymes; malonaldehyde

大葱 (*Allium fistulosum* L.) 是东亚国家常用的一种调味品, 适应性广, 在我国种植较为普遍。内蒙古中部地区常常把头年生长不成熟、来年春季采收的大葱称为“地羊角葱”, 此时正好值春季 4 月左右^[1], 距霜冻结束还有 1 个月左右。为了提高土地利用, 农民常常选择半耐寒性、生长期短的蔬菜填补土地空白。樱桃萝卜作为一种新型蔬菜, 生长期短, 播期条件也适合^[2], 可以在羊角葱收获后进行播种。

研究表明, 科学的轮作制度除了考虑时间外, 还要评估作物之间的影响作用, 即植物的化感作用^[3]。有关作物间化感作用的研究, 已在玉米、南方红豆杉、火炬树、辣椒、大蒜、胡葱等对马铃薯等蔬菜作物的化感效应方面有相关报道, 这些作物间的化感作用有抑制或促进作用^[4-11]。供体植物可通过抑制受体植物的保护酶活性造成膜质过氧化, 达到破坏生理代谢平衡的目的^[12-15]。在前期的研究中发现, 大葱根系浸提液对樱桃萝卜发芽具有抑制作用^[16]。在此基础上, 研究了大葱根系浸提液对樱桃萝卜幼苗的化感效应, 旨在为优化樱桃萝卜轮作方案、探究大葱化感机制提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

樱桃萝卜 (*Raphanus sativus* L. var. radculus pers) 种子、大葱 (*Allium fistulosum* L.) 多年生植株须根系, 由集宁师范学院植物园提供。

1.2 方法

1.2.1 浸提液准备 选春季越年生大葱进行处理。对大葱深挖、取根、风干, 剪成 0.5 cm 小段, 称取 6.00 g 用 200 mL 无菌去离子水浸泡 30 h, 过滤, 即得到大葱根系浸提液母液, 质量浓度为 30 g/L (干质量/浸提液体积)。存于 4 ℃ 冰箱备用, 试验时

稀释。

1.2.2 发芽试验 在培养皿内铺 2 层滤纸, 分别加入质量浓度为 5、10、20、30 g/L 的大葱根系浸提液, 每皿摆放樱桃萝卜种子 50 粒, 重复 4 次, 20 ℃ 条件下进行发芽试验。以蒸馏水为对照。2 d 统计发芽势, 4 d 统计发芽率, 并计算发芽指数 (GI), $GI = \sum (Gt/Dt) / 100$ (Gt 为在 t 天的发芽数, Dt 为相应的发芽天数)。测量幼苗的胚根长度、幼苗高度, 计算种子活力指数 (VI), $VI = GI \times$ 幼苗总长^[17]。

1.2.3 生理指标的测定 取发芽后的樱桃萝卜幼苗, 研磨, 采用硫代巴比妥酸法测定丙二醛 (MDA) 含量; 采用愈创木酚比色法测定过氧化物酶 (POD) 活性; 采用氮蓝四唑比色法测定超氧化物歧化酶 (SOD) 活性; 采用二甲酚橙法测定过氧化氢酶 (CAT) 活性^[18], 每个处理重复 3 次。

1.3 数据处理

参照 Lin 等^[19]方法, 以化感作用抑制率 (IR) 作为化感作用的研究指标。 $IR = (T_i - T_0) / T_0 \times 100\%$, 其中 T_i 为测试项目的处理值, T_0 为对照值。 $IR \geq 0$ 表示具有促进作用, $IR < 0$ 表示具有抑制作用。 IR 绝对值越大, 其化感作用 (促进或抑制作用) 潜力越大。

采用 SPSS 19.0 数据处理系统对数据进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 大葱根系浸提液对樱桃萝卜种子发芽指标的影响

由表 1 可见, 在不同质量浓度大葱根系浸提液处理下, 樱桃萝卜种子的发芽势、发芽率和种子活力指数均呈化感抑制作用; 随着处理浓度升高, IR 的绝对值增大, 化感潜力变大。当浸提液质量浓度 ≥ 10 g/L 时, 种子活力指数受到极显著 ($P < 0.01$) 抑

制;当浸提液质量浓度为 20 ~ 30 g/L 时,与对照相比,发芽势、发芽率均极显著降低($P < 0.01$)。说明浸提液质量浓度为 20 ~ 30 g/L 时,大葱根系对樱桃萝卜种子发芽和种子活力具有极显著的化感抑制作用,且在一定范围内,浓度与抑制作用呈正相关。

表 1 不同质量浓度大葱根系浸提液对樱桃萝卜种子发芽的影响

浸提液质量 浓度/(g/L)	发芽势/%	IR _{发芽势} /%	发芽率/%	IR _{发芽率} /%	种子活力 指数/(cm/d)	IR _{种子活力指数} /%
0(CK)	70.67 ± 3.05aA		94.00 ± 2.00aA		2.63 ± 0.34aA	
5	69.33 ± 3.06aA	-1.89	89.33 ± 3.05aA	-4.97	2.62 ± 0.27aA	-0.67
10	66.00 ± 4.00aA	-6.60	84.00 ± 4.00abA	-10.64	2.21 ± 0.37bB	-16.23
20	46.00 ± 4.00bB	-34.91	68.67 ± 3.05cB	-26.95	1.56 ± 0.46cC	-40.81
30	39.33 ± 4.16bB	-44.34	59.33 ± 3.05dB	-36.88	1.08 ± 0.38dD	-58.84

注:表中数据用 Tukey 进行检验。不同小、大写字母分别代表在 0.05、0.01 水平上差异显著、极显著。下表同。

2.2 大葱根系浸提液对樱桃萝卜幼苗生长的影响

由表 2 可见,与对照相比,大葱根系浸提液对樱桃萝卜幼苗高度具有一定的化感促进作用,而对胚根长和植株根冠比有明显的化感抑制作用。随着大葱根系浸提液质量浓度的升高,苗高、胚根长和根冠比的 IR 绝对值均呈升高趋势。化感潜力大小依次为:根冠比 > 胚根长 > 苗高;与对照相比,10 ~

30 g/L 浸提液对胚根生长的化感作用极显著($P < 0.01$),20 ~ 30 g/L 浸提液对苗高有显著化感作用($P < 0.05$)。表明大葱根系对樱桃萝卜的胚根生长有较强的化感抑制作用,而对苗高则有较弱的化感促进作用;且浸提液质量浓度越高,幼苗的根冠比越小,植株健壮程度越差。

表 2 不同质量浓度大葱根系浸提液对樱桃萝卜幼苗生长的影响

浸提液质量 浓度/(g/L)	苗高/cm	IR _{苗高} /%	胚根长/cm	IR _{胚根长} /%	根冠比	IR _{根冠比} /%
0(CK)	2.02 ± 0.18bBC		2.49 ± 0.17aA		1.24 ± 0.04aA	
5	2.16 ± 0.17bABC	6.81	2.51 ± 0.26aA	0.75	1.17 ± 0.05aA	-5.67
10	2.12 ± 0.19bBC	5.02	2.08 ± 0.18bB	-16.59	0.98 ± 0.05abAB	-20.58
20	2.23 ± 0.25aAB	13.52	1.96 ± 0.21cC	-21.47	0.85 ± 0.07abAB	-30.82
30	2.29 ± 0.23aA	13.52	1.24 ± 0.15dD	-50.21	0.54 ± 0.06bB	-56.14

2.3 大葱根系浸提液对樱桃萝卜抗氧化酶活性和 MDA 含量的影响

由表 3 可见,随大葱根系浸提液质量浓度的升高,樱桃萝卜的 POD 活性呈先升后降的趋势,当质量浓度为 10 g/L 时,POD 活性升至最高(2 973 U/(g · min)),之后下降;CAT 活性呈下降趋势,当质量浓度为 10 g/L 时为对照的 64.3%,差异极显著($P < 0.01$);各处理中 SOD 活性呈先升后降的趋势,与对照差异均不显著;随浸提液质量浓度升高,

MDA 含量呈显著上升趋势,当质量浓度为 30 g/L 时,MDA 含量较对照增加 87.6%。

大葱根系对樱桃萝卜幼苗 POD 活性呈化感促进作用,而对 CAT 活性的化感抑制作用逐渐变大,对 SOD 活性的化感作用较小,最终呈现抑制趋势。总之,3 种酶活性的 IR 之和在低浓度时表现为化感促进作用,随浓度升高逐渐转变为化感抑制作用。这可能与樱桃萝卜体内不同抗氧化酶的种类和浸提液浓度有关。

表 3 不同质量浓度大葱根系浸提液对樱桃萝卜幼苗抗氧化酶活性和 MDA 含量的影响

浸提液质量 浓度/(g/L)	POD 活性/ [U/(g · min)]	IR _{POD} / %	CAT 活性/ (U/g)	IR _{CAT} / %	SOD 活性/ (U/g)	IR _{SOD} / %	IR _(POD + CAT + SOD) / %	MDA 含量/ (μg/g)	IR _{MDA} /%
0(CK)	1 441 ± 58bB		16.39 ± 0.26aA		788.4 ± 17.4abA			1.69 ± 0.05cC	
5	2 553 ± 77aA	77.17	15.32 ± 0.20aA	-6.54	841.3 ± 15.6aA	6.71	77.34	1.72 ± 0.03cC	1.71
10	2 973 ± 96aA	106.32	10.54 ± 0.68bB	-35.69	775.6 ± 20.7abA	-1.62	69.01	1.80 ± 0.04cBC	6.09
20	2 272 ± 81abAB	57.67	9.95 ± 0.69bB	-39.31	718.5 ± 22.7bA	-8.87	9.49	2.26 ± 0.02bB	33.39
30	1 916 ± 33abAB	32.96	9.99 ± 0.34bB	-39.02	704.2 ± 18.0bA	-10.68	-16.74	3.17 ± 0.03aA	87.23

3 结论与讨论

本试验结果表明,大葱根系浸提液对樱桃萝卜发芽和种子活力表现化感抑制作用,对胚根长表现为低质量浓度(5 g/L)略有促进、高质量浓度(高于10 g/L)抑制的趋势,对地上部生长有小幅促进作用,导致植株生长不平衡,后期生长势弱甚至死亡;樱桃萝卜内 POD 是本试验中活性升高幅度最大的抗氧化酶, CAT 活性呈不同程度降低的趋势, SOD 活性随大葱根系浸提液质量浓度的增加呈先升后降的趋势。由 3 种酶活性的 $IR_{(POD+CAT+SOD)}$ 可见,在较低质量浓度范围(5~20 g/L)内,浸提液提高了樱桃萝卜的 3 种抗氧化酶总活性,而较高质量浓度(30 g/L)则相反;樱桃萝卜内 MDA 含量受到浸提液的化感促进作用,表明其膜质过氧化程度加剧。

大葱根系浸提液 20~30 g/L 对樱桃萝卜种子发芽、10~30 g/L 对樱桃萝卜幼苗胚根长表现为极显著的化感抑制作用,而低于 10 g/L 影响不明显,但对苗高始终表现为化感促进作用。这与胡葱对萝卜^[9]、黄顶菊对白菜^[10]、黄花棘豆对燕麦^[14]的化感作用研究结果一致;另邓明华等^[7]研究认为,辣椒对大白菜发芽及幼苗生长的化感呈现低浓度促进、高浓度抑制的趋势,与本试验结果相近,这可能是由于供体或受体不同^[10]或化感物质浓度不同所致^[7,13-14]。

大葱根系浸提液处理樱桃萝卜后,3 种主要抗氧化酶中 POD 活性先升高后下降,表明樱桃萝卜主要以 POD 清除氧自由基,阻止生物膜质过氧化。但随着浸提液质量浓度升高,抗氧化酶的活性逐渐被抑制,故 3 种酶的总化感抑制率由促进转为抑制。其结果打破了体内氧代谢的平衡,从而引起植株生长不良。已有报道表明,化感作用引起受体植物 POD 活性升高^[11-13,20-21], CAT、SOD 活性下降^[10,13-14],这与本试验结果相一致。而李翔等^[14]研究了黄花棘豆水提液对燕麦的化感作用,认为受体 POD 活性降低,郭志华^[20]研究了碱蓬对小麦的化感作用,结果表明受体中 CAT、SOD 活性均升高,这与本试验结果有所不同,可能化感效应产生时受体的酶系统的变化与品种有一定关系^[21]。

植物间化感作用机制是十分复杂的生理生化过程,需进行多方面深入研究,大葱根系对樱桃萝卜的化感物质有哪些以及机制如何,有待于后续研究。

参考文献:

[1] 李冬雷,裴春雨.羊角葱卖出了好价钱[N].内蒙古日

报,2009-05-21(8).

- [2] 韩海霞,任琴,曹兴明,等.不同播期对乌兰布樱桃萝卜生长及品质的影响[J].北方园艺,2014(5):36-38.
- [3] Inderjit, Duke S O. Ecophysiological aspects of allelopathy [J]. Planta, 2003, 217(4):529-539.
- [4] 李翠萍.玉米、大豆根系分泌物对马铃薯块茎萌发和萌芽生长的化感效应[J].河南农业科学,2014,43(9):31-34.
- [5] 田胜尼,孙启武,张小平,等.南方红豆杉种子浸提液对油菜种子萌发与幼苗生长的影响研究[J].中国农学通报,2010,26(7):124-127.
- [6] 闫兴富,杜茜,方苏,等.火炬树水浸提液对玉米种子萌发的化感效应[J].种子,2010,29(3):15-18.
- [7] 邓明华,文锦芬,邹学校.辣椒植株水浸提液对生菜和大白菜化感作用的初步研究[J].云南农业大学学报,2007,22(3):452-455.
- [8] 王春会,程智慧,牛青,等.大蒜植株超声波浸提液对不同受体蔬菜的化感作用[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2009,37(7):103-109.
- [9] 韩小燕,罗庆熙,刘海利.胡葱浸提液对莴苣、小白菜、萝卜和黄瓜化感作用初步研究[J].中国蔬菜,2009(12):41-44.
- [10] 张凤娟,徐兴友,陈凤敏,等.黄顶菊茎叶浸提液对白菜和水稻幼苗化感作用的初步研究[J].西北植物学报,2008,28(8):1669-1674.
- [11] 张国华,云兴福.西芹鲜根浸提液对黄瓜叶片内 POD 和 CAT 活性的影响[J].内蒙古农业大学学报,2008,29(2):37-40.
- [12] 余婷,温艳斌,孟焕文,等.白三叶根系分泌物对 5 种草坪草的生化效应[J].草地学报,2014,22(1):158-165.
- [13] 王硕,慕小倩,杨超,等.黄花蒿浸提液对小麦幼苗的化感作用及其机理研究[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2006,34(6):106-110.
- [14] 李翔,杨顺义,沈慧敏,等.黄花棘豆水提液对燕麦的化感作用及其机理研究[J].西北植物学报,2011,31(7):1367-1375.
- [15] Dong L L, Hao Z P, Zuo Y M, et al. Effects of garlic bulb aqueous extract on cucumber seedlings, soil microbial counts, and enzyme activities [J]. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2012, 43(22):2888-2896.
- [16] 韩海霞,姚岭柏,任琴.大葱根系浸提液对樱桃萝卜化感作用的影响研究[J].安徽农业科学,2014,42(21):6915-6917.
- [17] 韩海霞.沙芥种子发育及休眠特性的研究[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2007:8-16.
- [18] 张志良,瞿伟菁,李小方.植物生理学实验指导[M].4版.北京:高等教育出版社,2012:100,218,221,227.
- [19] Lin W X, Kim K U, Smin D H. Rice allelopathic potential and its modes of action on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) [J]. Allelopathy J, 2000, 7(2):215-224.
- [20] 郭志华.碱蓬对不同作物和牧草化感作用的研究[D].长春:东北师范大学,2012:17.
- [21] 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.