

甜荞根系分泌物的化感作用研究

黄凯丰, 胡丽雪, 饶庆琳, 宋毓雪, 陈庆富*

(贵州师范大学生命科学学院植物遗传育种研究所, 贵阳 550001)

摘要: 以甜荞品种“丰甜1号”为试验材料, 研究其不同浓度的根系分泌物对自身的化感作用。结果表明, 低浓度的根系分泌物处理能在一定程度上促进“丰甜1号”叶片 POD 和 CAT 酶活性、叶绿素含量及根系活力的增加, 随处理浓度的进一步增加而显著下降; 丙二醛、脯氨酸含量和细胞膜透性随处理浓度的增加而显著增加; DNA 的提取量及 DNA 的增色效应均随处理浓度的增加而显著下降。

关键词: 甜荞; 根系分泌物; 化感作用

中图分类号: S517

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2012)05-0731-04

Allelopathic effect of common buckwheat root exudates

HUANG Kai-feng, HU Li-xue, RAO Qin-lin, SONG Yu-xue, CHEN Qing-fu

(Institute of Plant Genetics and Breeding, School of Life Science, Guizhou Normal University, Guiyang 550001)

Abstract: Allelopathy on the growth of *Fengtian 1* treated with different concentrations of root exudates was explored in this paper. The results showed that POD (peroxide) and CAT (catalase) activities, chlorophyll content and the root activity were increased when treated with low concentration of root exudates, while they were decreased when increasing the concentration of root exudates. MDA (methane dicarboxylic aldehyde), proline content and the membrane permeability were increased with the increase of the concentration of root exudates. However, amount of extracted DNA and hyperchromicity were decreased when increasing the concentration of root exudates.

Key words: common buckwheat; root exudates; allelopathy

荞麦起源于我国, 在世界上分布广泛, 遍及亚洲和欧洲一些国家^[1]。荞麦大致可分为甜荞 (*F. esculentum*)、苦荞 (*F. tataricum*) 与翅荞 (*F. emarginatum*) 3 大类^[2]。荞麦是集营养、保健和医疗为一体的作物, 被称为“三降食品”, 倍受人们青睐^[3]。甜荞是很好的救灾填闲作物和重要的蜜源作物, 具有生育期短的特点, 同时还具有其它作物所不具备的优点和成分^[4]。甜荞经济价值高, 其籽粒可以做多种风味食品, 具有药用保健价值, 能达到强体、健脑、美容、保持心血管正常、降低胆固醇、降低血糖、降低血脂、降低尿糖、防癌的效果^[4-7], 目前, 甜荞从国内市场到外贸出口都比较短缺, 其原因在

于甜荞属于小宗粮食, 其栽培过程没有引起足够的重视, 连作障碍严重, 产量不足。

连作障碍是制约甜荞高产的主要原因之一, 由于甜荞种植施肥很少, 连作不仅导致土壤肥力下降, 而且还逐渐积累荞麦病菌和虫卵, 导致甜荞病虫害发生加重而减产^[8]。据前期研究发现, 连作甜荞 1 茬, 将减产 50% 以上。近年来, 随着对连作障碍的深入研究, 其化感作用日益受到重视。化感作用 (Allelopathy) 是指植物 (含微生物) 通过释放化学物质到环境中而产生对其他植物或自身直接或间接的有害或有益的作用^[9]。根系分泌物是植物产生化感物质的一个重要来源, 它是植物在生长过程中通过

收稿日期: 2012-03-29

基金项目: 贵州省科学技术基金 (黔科合 J 字[2009]2108 号), 国家自然科学基金项目 (31060207, 31171609), 贵州省农业攻关项目 (黔科合 NY 字[2010] 3094), 国家“十二五”现代农业产业体系荞麦育种岗位科学家专项基金 (CARS08A4) 和贵州省科技创新人才团队项目 (黔科合人才团队[2011]4007) 共同资助。

作者简介: 黄凯丰, 男, 副教授, 博士。E-mail: hkf1979@163.com

* 通讯作者: 陈庆富, 男, 博士, 教授。

根的不同部位向其生长基质(如土壤、营养液等)溢泌或分泌的一组种类繁多的物质^[10-11],但目前关于荞麦的相关研究较少。因此,作者以本单位选育出的甜荞品种“丰甜1号”为试验材料,研究了其不同浓度的根系分泌物对自身的化感作用,以期为进一步探讨荞麦的连作障碍机理提供部分理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

本研究所用的甜荞品种“丰甜1号”,由贵州师范大学生命科学院植物遗传育种研究所提供。

1.2 发芽处理

选取当年4℃冰箱贮藏的丰甜1号荞麦种子,采用光照培养箱,温度控制在24~26℃左右,以滤纸为发芽床,每天加入适量蒸馏水保证滤纸的湿润。

1.3 根系分泌物的收集及处理

光照培养7d后,选择长势均匀一致的荞麦幼苗,转移至盛有20mL霍格兰营养液的培养瓶中,共20瓶,每瓶移栽30株幼苗,在每个培养瓶的液面处做标记,每天加营养液至标记处。培养10d后,将荞麦幼苗从培养瓶中全部取出,取其中4瓶作为原液处理(A1),其他16瓶的培养液分别以霍格兰营养液稀释2倍(A2)、4倍(A3)、6倍(A4)至20mL,每个处理4次重复,并以等体积的霍格兰

营养液作为对照处理(CK)。

将第2批发芽的长势均匀一致的荞麦幼苗分别移栽至上述各培养瓶中,每瓶移栽30株,每天加霍格兰营养液,以维持液面在标记处,培养10d后,取各处理荞麦的叶片和根系进行研究。

1.4 测定方法

丙二醛、脯氨酸、叶绿素、根系活力、细胞膜透性、抗氧化酶活性的测定参考邹琦^[12]的方法;超氧阴离子自由基的测定参考王爱国和罗广华^[13]和李忠光和龚明^[14]的方法;DNA增色效应的测定参考葛才林等^[15]的方法。

采用Excel 2003软件进行数据处理,利用SPSS 17.0对数据进行显著性差异测验,取 $P=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 丰甜1号根系分泌物对丰甜1号生理生化指标的影响

由表1可以看出,随根系分泌物浓度的降低,丰甜1号叶片的丙二醛、脯氨酸含量和细胞膜透性呈显著降低的变化趋势;低浓度处理能促进丰甜1号叶片叶绿素含量及根系活力的增加,但随根系分泌物浓度的进一步增加而显著下降,说明低浓度的根系分泌物能在一定程度上促进丰甜1号的生长,随处理浓度的进一步增加其生长受抑制。

表1 丰甜1号根系分泌物对丰甜1号生理生化指标的影响

Table 1 Effects of root exudates of *Fengtian1* on the physiological characteristics indexes of *Fengtian 1*

处理 Treatment	丙二醛/ $\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ MDA	脯氨酸/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Proline	叶绿素/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ Chlorophy	根系活力/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ Activity of root system	细胞膜透性/% Membrane permeability
对照 CK	1.84 ^e	107.6 ^e	36.7 ^b	0.303 ^a	29.1 ^d
A1	2.56 ^a	220.2 ^a	26.3 ^d	0.122 ^d	51.0 ^a
A2	2.38 ^b	205.6 ^b	31.6 ^c	0.211 ^c	42.5 ^b
A3	2.21 ^c	188.3 ^c	43.9 ^a	0.262 ^b	36.4 ^c
A4	1.95 ^d	135.5 ^d	42.5 ^a	0.329 ^a	34.3 ^c

注:表中同一列数据中不同上标字母表示均值差异显著($P<0.05$)。下同。

Note: In the table, the different superscript letters in the same line represent significant difference at the 0.05 level. The same below.

表2 丰甜1号根系分泌物对丰甜1号保护酶活性的影响

Table 2 Effects of root exudates of *Fengtian1* on the activity of protective enzymes in leaves of *Fengtian 1*

处理 Treatment	过氧化物酶/ $\text{OD}_{470}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ POD	过氧化氢酶/ $/\text{OD}_{240}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ CAT
对照 CK	28.8 ^a	51.6 ^b
A1	12.1 ^d	17.3 ^e
A2	17.0 ^c	38.5 ^d
A3	23.9 ^b	46.9 ^c
A4	31.2 ^a	60.6 ^a

2.2 甜荞根系分泌物对甜荞保护酶活性的影响

由表2可以看出,低浓度的根系分泌物处理能在一定程度上促进丰甜1号叶片POD和CAT酶活性的增加,但随处理浓度的进一步增加,2种保护酶的活性则呈显著下降的变化趋势。

2.3 甜荞根系分泌物对甜荞DNA增色效应的影响

由表3可以看出,随根系分泌物浓度的降低,丰甜1号叶片中DNA的提取量及DNA的增色效应均呈显著增加的变化趋势,与CK相比其增加的幅度逐渐降低。

3 小结与讨论

根系分泌物的化感作用, 导致作物体内超氧阴离子自由基含量的增加, 对作物产生伤害^[16], 而作物体内的 POD 和 CAT 等抗氧化酶组成了一个有效的活性氧自由基清除系统^[17], 在作物抗逆中起一定的作用; 研究表明在较低浓度胁迫下, 2 种抗氧化酶的活性都有不同程度的升高; 但随胁迫浓度升高, POD 和 CAT 活性逐渐下降^[18]。本试验得出相似的研究结果, 这可能是低浓度处理对作物产生积极的“刺激作用”^[17], 从而清除自由基保护作物生长; 其后随处理浓度的进一步增加而下降, 表现为

抑制作用逐渐增强, 破坏了细胞内酶及代谢作用原有的区域性, 最终导致植物生长受到抑制^[18]。可见, POD 和 CAT 对膜系统保护作用是有一定限度。此外, 黄凯丰和江解增(2009)^[19]的试验结果表明, 胁迫均能显著降低茭白叶片中 DNA 提取的量及 DNA 增色效应的程度, 与本试验得出研究结果相似, 这可能是因为根系分泌物处理能引起“丰甜 1 号”叶片 DNA “片段”的凝聚^[20], 使其叶片中的 DNA 发生链间交联, 从而使 DNA 的解链温度显著提高, 导致在加热至 70℃ 时, DNA 仍不能解链, 因而未见明显的 DNA 增色效应, 具体原因还有待进一步的研究证实。

表 3 丰甜 1 号根系分泌物对丰甜 1 号 DNA 增色效应的影响
Table 3 Effects of root exudates of *Fengtian 1* on hyperchromicity of DNA in leaves of *Fengtian 1*

处理 Treatment	DNA 提取量/ $\mu\text{g}\cdot\mu\text{l}^{-1}$ Amount of extracted DNA	增加率 ($\pm\%$) Increase rate compared with control	DNA 增色效应/ $\%$ Hyperchromicity	增加率 ($\pm\%$) Increase rate compared with control
对照 (CK)	517.9 ^a	—	4.9 ^a	—
A1	122.1 ^e	-76.4	1.2 ^e	-98.8
A2	242.2 ^d	-53.2	2.1 ^d	-57.1
A3	272.9 ^c	-47.3	2.6 ^c	-46.9
A4	316.3 ^b	-38.9	3.2 ^b	-34.7

越来越多的试验证明, 作物的连作障碍与根系分泌物的化感物质密切相关^[21]。植物化感物质进行环境主要有挥发、淋溶、根系分泌、植物残株腐解 4 种途径^[22], 其中, 挥发和淋溶只涉及植物的地上部, 这两种途径相对而言较为简单, 而研究植物根系分泌物和残株分解则复杂的多, 主要是因为涉及到土壤和微生物的作用。因此, 本试验为了排除土壤和微生物的影响, 采用水培法研究了丰甜 1 号的根系分泌物对其自身的化感作用。结果表明, 较低浓度的根系分泌物处理 (6 倍稀释处理) 能在一定程度上促进丰甜 1 号的生长, 表现为 POD 和 CAT 酶活性、叶绿素含量及根系活力的增加, 但随处理浓度的进一步增加而显著下降。大量研究表明^[23], 根系分泌物对受体的影响因浓度而异, 一般表现为“低促高抑”的现象, 这与本试验的研究结果一致。但是根系分泌物的种类较多^[21], 究竟是哪一类(种)物质对甜荞的连作起伤害作用, 还需进一步的探讨研究。

参考文献:

- Lin R F. The development and utilization of tartary buckwheat resources [C]//Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. 2004: 252-257.
- 黄荣华. 开发荞麦资源发展荞麦生产[J]. 湖北农业科学, 1994(6): 26-28.
- 张美莉, 胡小松. 荞麦生物活性物质及其功能研究进展[J]. 杂粮作物, 2004, 24(1): 26-29.
- 尹万利, 雷绪芳, 王敬昌, 等. 甜荞的食用价值与高产栽培措施[J]. 陕西农业科学, 2009(3): 207-209.
- 严伟, 张本能. 甜荞部分营养成分分析及评价[J]. 四川师范大学学报: 自然科学版, 1995, 18(4): 93-96.
- 武素平, 鲁纯静. 荞麦面对血脂及脂肪肝的动物实验[J]. 食品科学, 1988(3): 10-11.
- 刘淑梅, 韩淑英, 崔国金, 等. 甜荞麦叶总黄酮降糖、降脂作用及机制[J]. 第四军医大学学报, 2003, 24(19): 1815-1817.
- 陈庆富. 荞麦生产 100 问[M]. 贵州: 贵州民族出版社, 2008.
- 董章杭, 林文雄. 作物化感作用研究现状及前景展望[J]. 中国生态农业学报, 2001, 9(1): 80-83.
- 申建波, 张福锁. 根分泌物的生态效应[J]. 中国农业科技导报, 1999, 4(1): 21-27.
- 张顺捷, 马凤鸣, 王玉波, 等. 大豆根系分泌物化感作用的初步研究[J]. 东北农业大学学报, 2008, 39(10): 1-5.
- 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- 王爱国, 罗广华. 植物的超氧化物自由基与羟胺反应的定量关系[J]. 植物生理学通讯, 1990(6): 55-57.
- 李忠光, 龚明. 植物中超氧阴离子自由基测定方法的改进[J]. 云南植物研究, 2005, 27(2): 211-216.

- [15] 葛才林, 杨小勇, 孙锦荷, 等. 重金属胁迫引起的水稻和小麦幼苗DNA损伤[J]. 植物生理与分子生物学学报, 2002, 28(6): 419-424.
- [16] 黄凯丰, 江解增. 镉硫交互作用对茭白生理生化指标及产量的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2011, 38(2): 218-221.
- [17] 吴琦, 季辉, 张卫建. 土壤铅和镉胁迫对空心菜生长及抗氧化酶系统的影响[J]. 中国农业科技导报, 2010, 12(2): 122-127.
- [18] 韩金龙, 王同燕, 徐立华, 等. 铅胁迫对糯玉米幼苗叶片叶绿素含量及抗氧化酶活性的影响[J]. 华北农学报, 2010(25): 121-123.
- [19] 黄凯丰, 江解增. 重金属镉、铅胁迫对茭白 DNA 交联的影响[J]. 长江蔬菜: 学术版, 2009, 14: 39-41.
- [20] 葛才林, 杨小勇, 孙锦荷, 等. 重金属胁迫引起的水稻和小麦幼苗DNA损伤[J]. 植物生理与分子生物学学报, 2002, 28(6): 419-424.
- [21] 吴凤芝, 赵凤艳. 根系分泌物与连作障碍[J]. 东北农业大学学报, 2003, 34(1): 114-118.
- [22] 周艳丽, 程智慧, 孟焕文. 大蒜根系分泌物对不同受体蔬菜的化感作用[J]. 应用生态学报, 2007, 18(1): 81-86.
- [23] 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: 37.

本刊顾问 束怀瑞院士

束怀瑞, 男, 汉族, 1929年9月26日生, 山东淄博人。中共党员。1950年山东农学院园艺系毕业。1950年起历任山东农业大学(原山东农学院)助教、讲师、副教授、教授。曾兼任山东省园艺学会理事长, 农业部教学指导委员会委员、园艺学科组副组长。现兼任中国园艺学会常务理事, 山东省人民政府农业专家顾问团林果分团团长, 山东省苹果工程技术研究中心主任, 山东省良种产业化工程果树首席专家。2001年12月当选中国工程院院士。

束怀瑞教授从事果树栽培、生理和生产的教学科研及推广工作51年, 在果树碳氮营养、根系生物学和丰产技术原理方面具有创造性、国内领先(部分国际先进)的系统理论成果, 在国内外果树界有一定影响。获国家科技进步二等奖1项、省部级科技进步一等奖2项、二等奖4项, 成果应用创造了巨额经济效益。发明的“地膜覆盖穴贮肥水技术”被国家科委列为“七·五”和“八·五”重点推广项目, 在17省市推广470万亩, 新增产值7.6亿元; “山东省百万亩苹果幼树丰产优质技术开发研究”开发108万亩, 单产由129 kg提高到1010 kg, 接近世界发达国家水平, 纯增效益56亿元; 积极倡导和推广保护地生产, 创建了果树保护生产技术新体系。由于科技工作成就突出, 1997年获中华农业科技奖, 1999年获全国科普先进工作者, 2001年获全国农业科技先进工作者。主参编教材专著6部, 发表论文30余篇, 率领山东农业大学果树学科建成硕士点、博士点和博士后流动站, 培养硕士28人、博士19人, 指导博士后11人, 现主持948项目2项, 科技部果品加工1项, 山东省良种产业化工程重大项目3项, 参与2116计划制订, 为现代农业做出了突出贡献。