

研究简报 Short Communication

嫁接黄瓜地上部的南瓜根系分泌物对种子萌发的影响

戚建华, 梁银丽*, 梁宗锁

(中国科学院水利部水土保持研究所, 西北农林科技大学, 陕西杨凌 712100)

摘要: 经嫁接黄瓜接穗的南瓜根系分泌物对黄瓜和南瓜的发芽率和胚根、胚轴的伸长均具有明显的抑制作用。分析表明 嫁接黄瓜根系分泌物可以促进黄瓜和南瓜体内吲哚乙酸氧化酶的活性, 抑制淀粉酶的活性, 从而降低其吲哚乙酸(IAA)水平, 影响子叶中贮藏物质的转化和利用, 抑制其萌发和生长。

关键词: 嫁接黄瓜; 化感作用; 根系分泌物; 萌发
中图分类号: Q945

近年来我国设施蔬菜发展迅速, 但栽培种类较少, 冬季以茄果类和瓜类为主, 而且多年连作, 导致了土壤环境恶化, 病虫害严重, 产量降低, 品质下降以及其它一些连作障碍的发生, 严重威胁着设施蔬菜的可持续发展。除了病原菌积累, 养分单一和不均、土壤结构变劣以外, 化感作用(allelopathy)——植物分泌某些化学物质对其他植物的生长产生的抑制或促进作用, 也是其中的主要原因之一。据资料记载, 早在 1894 年 Will 就指出, 黄瓜连作减产主要是由黄瓜根系分泌的某些物质引起的(胡敦孝 1988)。而 20 世纪 70 年代初, Gaidmak (1971)发现栽培黄瓜的营养液中含有一些对黄瓜生长有毒害的物质。吴凤芝(2000)发现即便长期连作土壤的基础肥力高于短期连作的土壤肥力, 短期连作黄瓜的根系活力、光合叶面积、光合速率及产量也都显著高于长期连作的黄瓜, 说明了化感作用是长期连作障碍的主要因子之一。有关黄瓜化感作用已有不少研究, 但未见黄瓜嫁接苗化感作用的报告。目前, 设施黄瓜栽培多以黑籽南瓜或南砧 1 号的嫁接苗为主, 因为南瓜根系发达, 而且具有普抗性。然而, 嫁接黄瓜虽然可以避免由黄瓜根系分泌物引起的自毒作用(autotoxic), 但仍然能产生严重的连作障碍。本实验以黄瓜嫁接苗为材料, 研究黑籽南瓜与黄瓜嫁接能否避免其化感作用的影响, 从而确定化感作用是否为造成嫁接黄瓜连作障碍的主要因子之

一, 其研究结果对设施蔬菜生产具有重要的指导作用。

1 材料与方法

1.1 嫁接苗

接穗为津春 3 号黄瓜(*Cucumis sativus* L.), 砧木为云南黑籽南瓜[*Cucurbita moschata* (Duch.) Poiret.], 用插接法嫁接。

1.2 根系分泌物

对根系分泌物采用连续收集法。待嫁接苗长出 3~4 片叶子后, 转入人工气候室(昼 25℃/夜 16℃)内以 Hoagland 营养液水培, 并用空气压缩泵向溶液内不间断通气。将水培槽置于高处, 槽底排水孔以橡皮管与低处的色谱柱上端相连。色谱柱高 400 mm, 直径 20 mm, 内装 100 mL 的 XAD-4 大孔吸附树脂。用一压力泵将色谱柱流出的经过过滤的营养液压回上方的水培槽中。将循环装置的流速调至 1~2 L/h, 使色谱柱中的树脂可以连续吸附根系分泌物。营养液每 3 d 换一次。连续吸附 20 d 后, 取下色谱柱, 用 750 mL 甲醇洗脱。洗脱液经旋转蒸发器浓缩即得嫁接黄瓜根系分泌物的粗提物。粗提物用蒸馏水稀释成 5%、10%、20%、40% (V/V) 的溶液, 置于 4℃ 冰箱内备用。

1.3 发芽试验

直径 12 cm 的培养皿内铺一层滤纸, 放入 25 粒健康饱满的黄瓜种子, 分别取上述稀释液 5 mL 加入培养皿中, 以加入 5 mL 蒸馏水为对照(CK)。然后置于 25℃ 的培养箱中 12 h/d 光照条件下发芽, 每 12 h 换一次滤纸和稀释液。每 4 h 统计一次发芽

2004-07-30 收到, 2005-02-21 接受。

中国科学院知识创新项目(No. KZCX1-06-02)和国家 863 项目(No. 2002AA6Z3211)资助。

* 通讯作者(E-mail: liangyl@ms.iswc.ac.cn; Tel: 029-87012227)。

率,待对照全部发芽后,分别测定胚根、胚轴的长度。南瓜发芽试验方法与黄瓜基本相同,但每个培养皿内放 15 粒南瓜种子,每 12 h 统计一次发芽率。各处理重复 3 次。

1.4 酶活性测定

取发芽试验中所获得的幼苗的子叶,测定其胚轴吲哚乙酸氧化酶的活性(张志良 1990)、 α -淀粉酶和总淀粉酶的活性(高俊凤 2000)。

1.5 数据统计

(1)化感作用抑制率(inhibitory rate, IR): $IR(\%) = (T_i - T_0) / T_0 \times 100$, T_i 为测试项目的处理值, T_0 为对照值(林文雄等 2001), $IR > 0$ 表示呈促进作用, $IR < 0$ 表示呈抑制作用。

(2)以 IR 值作为原始数据,应用 SAS 程序进行处理方差分析与多重比较。

2 结果与讨论

2.1 嫁接黄瓜地上部的南瓜根系分泌物对黄瓜和南瓜种子发芽的影响

嫁接黄瓜根系分泌物对黄瓜和南瓜的发芽率及胚轴和胚根伸长均有极显著影响($P < 0.0001$)。由图 1 可以看出,嫁接黄瓜根系分泌物对黄瓜和南瓜的发芽具有明显的抑制作用,随嫁接黄瓜根系分泌物浓度的增加不仅发芽率降低,而且胚根、胚轴的伸长受到的抑制也增强。当溶液浓度达到 40% 时,只有少数种子发芽,而且萌芽生长畸形,根尖发黑,胚轴瘦弱卷曲,甚至坏死;

幼苗缺绿,子叶呈黄白色。

2.2 嫁接黄瓜地上部的南瓜根系分泌物对黄瓜和南瓜种子中两种酶活性的影响

在黄瓜和南瓜种子发芽和幼苗生长过程中,嫁接黄瓜根系分泌物对其吲哚乙酸氧化酶和淀粉酶活性均有极显著影响($P < 0.0001$)(图 1)。由于植物中存在多种淀粉酶,其中起主要作用的是 α -淀粉酶,其次才是 β -淀粉酶;因此同时对 α -淀粉酶和总淀粉酶的活性都进行了统计分析。主要是看嫁接黄瓜根系分泌物对受体的影响是全面的,还是主要是只对 α -淀粉酶有影响。较低浓度的提取液(5%)对黄瓜和南瓜 α -淀粉酶及总淀粉酶活性的抑制并不明显,但当提取液浓度较高时,抑制作用极为显著,且浓度越高抑制程度越大。各处理均能显著提高黄瓜和南瓜吲哚乙酸氧化酶活性($P < 0.05$),且浓度越高促进程度越大。因此,吲哚乙酸氧化酶较 α -淀粉酶和总淀粉酶对嫁接黄瓜根系分泌物更为敏感。

喻景权(Yu 1999; Yu 等 2000)研究了黄瓜、西瓜、甜瓜和黑子南瓜等植物根系分泌物所引起的自毒作用,其中,黄瓜根系分泌物的自毒作用最强,而黑子南瓜根系分泌物的自毒作用较小。因此提出黄瓜栽培采用黑子南瓜嫁接苗可以避免黄瓜自毒作用的影响。自毒作用是同种植物个体间的相互作用,即种内的化感作用。但从本实验的结果来看,嫁接黄瓜根系分泌物对黄瓜和南瓜均有很强化的感效应(图 1),嫁接虽然可以避免种内的化感作用,但不能避免种间的化感作用。所以,

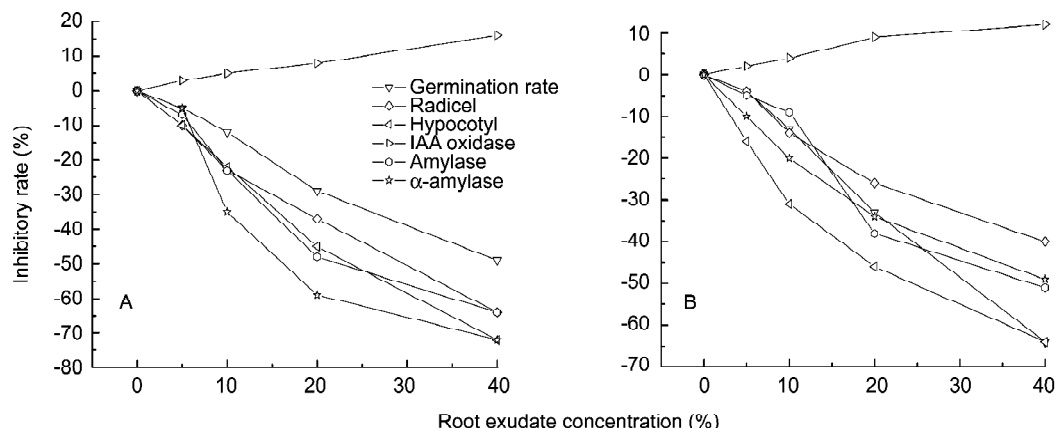


图 1 嫁接黄瓜根系分泌物对黄瓜和南瓜种子萌发及吲哚乙酸氧化酶和淀粉酶活性的影响

Fig.1 Effects of the root exudates of squash grafted with cucumber on germination and activities of IAA oxidase and amylase in cucumber (A) and squash(B)

采用黑子南瓜砧嫁接苗设施栽培黄瓜, 化感作用依然是重要的连作障碍因子。

Yu和Matsui(1994)鉴定出黄瓜根系分泌物中的毒性物质, 主要是简单的有机酸和酚酸类化合物, 包括苯丙烯酸、苯甲酸、对羟基苯甲酸和 2, 5-二羟基苯甲酸等 9 种物质。植物的化感作用机制是一个非常复杂的生理生化过程, 它几乎影响了植物体内的各个系统环节(孔垂华 2003)。与实生黄瓜相比, 嫁接黄瓜根系分泌物化感物质组成成分有了怎样的差异? 这些化感物质是由作为砧木的南瓜合成的, 还是在嫁接苗的地上部分合成后运输至根部的? 地上部分与地下部分对化感物质的产生是否具有交互作用? 这些有关嫁接黄瓜化感物质的产生及其作用机理问题还有待于进一步研究。

据林文雄等(2000)研究, 一些稗草胚根、幼芽在水稻化感作用下, 形态变异, 生长畸形, 地上部地下部生长失调, 这提示了化感物质可能影响了受体植物激素水平。刘秀芬和胡晓军(2001)也指出, 阿魏酸能引起生长素、赤霉素和细胞分裂素积累, 并造成脱落酸含量的升高。Thomaszewishi 与 Thimann (1996)证实, 许多化感物质会降低受体植物中的赤霉素和生长素水平, 从而抑制受体植物的生长。而本实验结果表明, 嫁接黄瓜根系分泌物可显著提高黄瓜和南瓜吲哚乙酸氧化酶活性(图 1), 促进吲哚乙酸氧化, 从而抑制其萌发和生长。

种子在萌发时淀粉酶等水解酶活性大大提高, 催化子叶或胚乳中淀粉等贮藏物质降解为小分子化合物, 供幼苗生长。本实验结果表明, 嫁接黄瓜根系分泌物抑制了黄瓜和南瓜种子和幼苗淀粉酶的活性(图 1), 降低了淀粉的水解速度, 使得种子萌发和幼苗生长过程中物质和能量供应不足, 从而抑制了幼苗的正常萌发和生长。

参 考 文 献

Lancy EL 著, 胡敦孝译(1988). 天然化学物质与有害生物的

防治. 北京: 科学出版社, 19-18

- Gaidmak VM (1971). Biologically active substances in nutrient solution after cucumbers and tomatoes were grown on pure and multiple broken brick. In: Grodzinsky AM (ed). *Physiological and Biological Basis of Plant Interactions in Phytocenoses*. Kiev: Naukova Dumka, 2: 55-60 (in Russian with English summary).
- Gao JF(高俊凤)(2000). *The Experimentation Technique of Plant Physiology*. Xi'an: World Publishing Co., Ltd. (in Chinese)
- Kong CH(孔垂华)(2003). The challenge of new century: Review on the third world convention on plant allelopathy. *Chin J Appl Ecol*, 14(5): 837-838 (in Chinese)
- Lin WX(林文雄), Kim KU, Smin DH(2000). Rice allelopathy potential and its modes of action on barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*). *Allelopathy*, 7(2): 215-224
- Lin WX(林文雄), He HQ(何华勤), Guo YC(郭玉春), Liang YY(梁义元), Chen FY(陈芳育)(2001). Rice allelopathy and its physiobiochemical characteristics. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, 12(6): 871-875 (in Chinese)
- Liu XF(刘秀芬), Hu XJ(胡晓军)(2001). Effects of allelochemical ferulic acid on endogenous hormone level of wheat seedling. *Chin J Eco-Agr(中国生态农业学报)*, 9(1): 86-88 (in Chinese)
- Thomaszewishi M, Thimann KV(1996). Interaction of phenolic acids, metabolites and chelating agents on auxin-induced growth. *Plant Physiol*, 41: 1443-1454
- Wu FZ(吴凤芝)(2000). On the reasons of continuous cropping obstacles in vegetable facility gardening. *J Northeast Agr Univ(东北农业大学学报)*, 31(3): 241-247
- Yu JQ, Matsui Y (1994). Phytotoxic substances in root exudates of cucumber. *J Chem Ecol*, 20(1): 21-30
- Yu JQ (1999). Autotoxic potential of vegetable crops. In: Narualss(ed). *Allelopathy Update-Basic and Applied Aspects*. New Hampshire: Science Publishers Inc., 159-162
- Yu JQ, Shou SY, Qian YR, Zhu ZY, Hu WH (2000). Autotoxic potential of cucurbit crops. *Plant Soil*, 223 (1-2): 149-153
- Zhang ZL(张志良)(1990). *The Guidance of Plant Physiology Experimentation*. Beijing: People Education Publishing Co. (in Chinese)

Effects of Root Exudates of Squash Grafted with Cucumber Shoot on Seed Germination

QI Jian-Hua, LIANG Yin-Li*, LIANG Zong-Suo

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is commonly cultivated by grafting on squash (*Cucurbita moschata*) in commercial production. The effects of root exudates of squash grafted with cucumber on seed germination rate of cucumber and squash were tested. In this study, the exudates of cucumber-grafted squash roots were continuously collected with XAD-4 resin, and were further diluted with distilled water to make 5%, 10%, 20% and 40% concentrations. Cucumber and squash seeds were used for bioassay. The seeds were germinated in glass petri dishes with 2 filter papers at bottoms and containing 5 mL the diluted root exudates. The results showed that the exudates of cucumber-grafted squash roots significantly inhibit germination rate, radicle and hypocotyl elongation in cucumber and squash, and the inhibitory rate positively correlate with the concentration of the grafted cucumber root exudates (Fig. 1). So grafted cucumber still have allelopathy. The exudates of cucumber-grafted

squash roots significantly stimulated IAA oxidase activity in cucumber and squash. As a result, they decrease IAA level in cucumber and squash, and restrained their growth. The exudates of cucumber-grafted squash roots also decrease significantly the activities of amylase and α -amylase in cucumber and squash, and this decrease effects were strengthening with the increasing of the concentration of the grafted cucumber root exudates. So the exudates of cucumber-grafted squash roots can inhibit the hydrolysis and utilization of starch in cucumber and squash, and thereby suppress germination and seedling growth.

Key words: grafted cucumber; allelopathy; root exudates; germination

This work was supported by Intellectual Innovating Item of CAS and 863 Item of Nation.

*Corresponding author (E-mail: liangyl@ms.iswc.ac.cn; Tel: 029-87012227).