

不同作物根系分泌物对莴苣化感作用的研究

耿广东^{1,2}, 张素勤^{1,2}, 程智慧²

(1. 贵州大学 农学院 贵州 贵阳 550025; 2. 西北农林科技大学 园艺学院 陕西 杨凌 712100)

摘要: 通过组织培养的方式, 研究了不同作物根系分泌物对莴苣的化感作用。结果表明: 不同作物根系分泌的化感物质均能明显抑制莴苣幼苗的生长, 其根系生长也明显受到抑制。通过隶属函数值可得出, 不同作物对莴苣化感作用的大小顺序为黄瓜>西瓜>辣椒>番茄>白菜。

关键词: 根系分泌物; 莴苣; 化感作用

中图分类号: Q 945.15 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2009)06-0024-03

化感作用是指一种植物或微生物(供体)向环境释放某些化学物质而影响其他有机体包括植物、微生物和动物(受体)的生长和发育的化学生态学现象, 包括促进和抑制两方面作用^[1], 化感物质主要是通过植物地上部淋洗和挥发、根系分泌以及植物残体分解等途径向农业系统中释放, 从而影响周围或后茬植物的生长发育。植

物不论在何种环境下, 都会释放化感物质影响邻近植物。因此, 在栽培生产中, 建立合理的间套种有利于建立和谐的田园生态环境, 提高资源的利用率, 降低病虫害, 增加产量, 提高品质。因此, 研究作物间的化感作用关系对于建立合理的间套作耕作制度提供科学的理论基础, 为农业生产提供科学的指导。该试验通过组织培养的方法模拟根系分泌化感物质的途径, 以生物测定的方法, 研究了不同作物对黄瓜的化感作用, 为确定作物间的化感作用类型, 以及为黄瓜合理的耕作制度提供科学理论依据。

第一作者简介: 耿广东(1975-), 男, 山东东阿人, 博士, 副教授, 现主要从事蔬菜栽培生态生理研究工作。E-mail: gengguangdong@sohu.com.

通讯作者: 程智慧(1958-), 男, 陕西兴平人, 博士, 教授, 现主要从事蔬菜栽培生理生态和生物技术研究工作。E-mail: chengzh2004@163.com.

基金项目: 国家“十五”科技攻关重大专项课题资助项目(2004BA516A09); 贵州大学人才基金资助项目; 贵州省科学技术基金资助项目(黔科合J字[2004]2046号)。

收稿日期: 2008-12-20

1 材料与方法

1.1 试验材料

供体材料: 黄瓜(*Cucumis sativus* L., 农城8号)、西瓜(*Citrullus vulgaris* S., 陕农9号)、白菜(*Brassica chinensis* L., 秦白2号)、番茄(*Lycopersicon esculentum* M., 秦粉2号)、萝卜(*Raphanussativus* L., 西农青丰冬)

Effect of Water Stress on Seed Germination and Seedling Growth of Cucumber

ZHANG Shu-lan¹, ZHANG Hai-jun², QI Yi-fang³

(1. Chinese Academy of Forestry Sciences Beijing 100091, China; 2. Jiamusi University, Jiamusi, Heilongjiang 154007, China; 3. The Second High School of Pingyi in Shandong Pingyi Shandong 273300 China)

Abstract: This experiment infiltrated the PEG solution to study the cucumber seed's germination characteristic, meanwhile used pot of water to study the growth of physiological and biochemical. By measuring the growth of physiological and biochemical to study water stress on the growth of cucumber seedlings. Experimental results showed that: With the moisture stress intensified, cucumber germination percentage, germination tendency, radical length, plumule length and long showed downward trend; the proline content was rising, and more serious water stress, the more obvious trend; Cucumber seedlings and chlorophyll content and peroxidase activity in the early moisture stress showed upward trend and decreased later, but compared with the control group, there was an increase in moderate water, achieving maximum value; compared with the control group, cucumber leaves and total leaf area were a decline, moderate water stress downward trend minimum. Compared with the control group, the difference was not significant.

Key words: Water stress; Cucumber; Seed germination; Seedlings growth; PEG hypertonic solution

和辣椒 (*Capsicum annuum* L., 8819 线椒)。

受体材料: 莴苣 (*Ipomoea aquatica* F., 意大利耐抽蔓莴苣, 散叶型)。

材料均购于西北农林科技大学园艺学院蔬菜种子中心。

1.2 试验方法

1.2.1 不同作物根系分泌物对莴苣的化感作用 将黄瓜、番茄、白菜、辣椒蔬菜作物的种子用 70% 的乙醇消毒 50 s, 再用 10% 的次氯酸钠消毒 30 min, 无菌水冲洗 5 次, 西瓜人工剥皮后用 10% 的次氯酸钠消毒 10 min, 用无菌水冲洗 5 次, 上述作物种子都接种于 350 mL 的广口瓶中, 广口瓶中的培养基是 1/2MS+3% 的蔗糖+0.6% 的琼脂, 每作物接种 8 瓶进行发芽, 将发过芽的种子再转接到 1/2MS+3% 的蔗糖+0.6% 的琼脂的广口瓶中, 每瓶中加入等量的培养基(30 mL), 白菜、辣椒、黄瓜、西瓜和番茄各作物每瓶接种 20 粒, 每作物总共 30 瓶, 使它们在温度为(24±1)℃、光照强度 4 000 lx 下培养。30 d 后将上述作物拔出, 再把莴苣种子播种于培养基上, 以未种植作物的培养基为对照。第二次接种时, 在处理与对照中所加的培养基相同, 每广口瓶接种 3 粒种子, 10 次重复, 在上述温度和光照下培养 50 d 后, 测定它们的根长、株高和植物鲜重。

1.2.2 不同作物对莴苣化感作用的综合评价 利用隶属函数值将各指标综合起来进行整体分析, 根据隶属函数值的大小, 鉴定不同作物对莴苣化感作用的大小。化感隶属函数值 $X(ij)$: 用模糊数学隶属函数值的方法计算, 公式为:

$$X(ij) = \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}}$$

式中: $X(ij)$ 表示 i 种类 j 指标的化感隶属值; X_{ij} 表示 i 种类 j 指标的测定值; $X_{j\max}$ 、 $X_{j\min}$ 为指标的最大值和最小值。

1.2.3 分析方法 数据的方差分析使用 DPS 软件 (V3.11 专业版) 进行处理。数据统计分析方法采用 Willamson 等方法^[3], 利用化感作用效应指数 (RI) 进行分析, 当 $T \geq C$ 时, $RI = 1 - C/T$; 当 $T < C$ 时, $RI = T/C - 1$ 。其中: C 为对照值, T 为处理值, RI 为化感效应指数 ($RI > 0$ 为促进作用, $RI < 0$ 为抑制作用, 绝对值大小与作用强度一致)。

2 结果与分析

2.1 不同作物根系分泌物对莴苣的化感作用

由表 1 可知, 处理后的莴苣幼苗, 地上部长、根长和鲜重都明显小于对照。其中, 黄瓜对莴苣根部生长的抑制作用最大, 化感作用最强, 化感效应指数为 -0.89, 与对照达到了显著性差异, 有的根已经变褐, 甚至腐烂; 辣椒对莴苣根部生长抑制作用次之, 化感效应指数 -0.85;

西瓜对莴苣根部生长的抑制作用最小, 化感效应指数为 -0.75; 白菜对莴苣的化感效应指数为 -0.77。各作物虽然对莴苣的生长有极显著影响, 但不同作物之间除叶数外差异均不显著。试验中观察到, 第二茬莴苣的根并未深入第一茬作物残留的培养基中, 根部长度明显小于对照。因此认为, 化感物质可能作为一种化学信号起作用。

表 1 不同作物根系分泌物对莴苣的化感作用

Table 1 Allelopathy of different crop root exudation on lettuce

处理 Treatments	根长 Root length/cm	地上部长 Top length/cm	鲜重 Fresh weight/g	叶数 Leaf number/片
对照 Control	4.67 a A	9.57 a A	1.33 a A	8.8 a A
辣椒 Hot pepper	0.69 b B	1.93 b B	0.16 b B	5.3 b B
西瓜 Watermelon	1.17 b B	1.66 b B	0.09 b B	3.7 c B
黄瓜 Cucumber	0.52 b B	1.52 b B	0.07 b B	3.5 c B
白菜 Chinese cabbage	1.09 b B	2.99 b B	0.19 b B	4.5 bc B
番茄 Tomato	0.84 b B	2.34 b B	0.17 b B	5.0 bc B

各作物根系分泌物能明显抑制莴苣地上部的生长。其中, 黄瓜的抑制作用最大, 其处理后的莴苣地上部长度明显小于对照, 化感效应指数为 -0.84, 且差异达到了极显著水平; 辣椒对其地上部的抑制作用也较大, 化感效应指数为 -0.80, 但不如西瓜大; 白菜对莴苣地上部的抑制作用最小, 化感效应指数仅为 -0.69, 但与对照相比, 差异也达到了显著性水平。虽然各供体材料对莴苣地上部和根部生长的抑制作用大小顺序不完全一致, 但它们都表现为抑制, 说明各供体材料根系分泌的化感物质抑制了莴苣的生长。黄瓜对莴苣鲜重的抑制作用最大, 其重量极显著低于对照, 化感效应指数为 -0.95; 白菜对莴苣鲜重的抑制作用最小, 但与对照相比, 差异达到了显著水平。各供体材料对莴苣鲜重的化感作用大小顺序为黄瓜 > 西瓜 > 辣椒 > 番茄 > 白菜, 但它们之间未达到显著性差异。各供体材料对莴苣叶数的增加有一定的抑制作用, 以黄瓜和西瓜抑制作用相对较大。

2.2 不同作物根系分泌物对莴苣化感效应的综合评价

尽管各个指标从不同的角度反映了供体对受体化感作用的大小, 但用一种指标反映化感作用往往有一定的片面性, 并且各个指标最后表示出来的结果也不尽一致。为了克服这种弊端, 引用了各指标的综合隶属函数值指标来反映化感作用的强弱, 该指标把各个指标综合起来整体反映试验结果, 综合隶属函数值越小, 说明供体对受体的抑制作用越强, 即受体材料受到的化感作用越强, 反之越弱。由表 2 可知, 第一茬种植黄瓜后, 第二茬种植莴苣的综合隶属函数值最小, 说明黄瓜根系分泌的化感物质对莴苣的化感作用最强; 其次为西瓜; 第一茬种植白菜后, 莴苣各指标的综合隶属函数值最大, 说明白菜根系分泌的化感物质对莴苣的化感作用最弱; 黄瓜、西瓜、辣椒、番茄和白菜对莴苣各指标的综合隶属函数值分别为 0、0.228、0.503、0.541 和 0.604, 因此, 它们

表 2 不同作物根系分泌物对莴苣化感作用的综合评价

Table 2 Allelopathical evaluation of different crop root exudates on lettuce

处理 Treatments	隶属函数值 Subjection value					综合值 Total
	根长 Root length/cm	地上部长 Top length/cm	鲜重 Fresh weight/g	叶数 Leaf number		
对照 Control	1	1	1	1	4	
辣椒 Hot pepper	0.041	0.051	0.071	0.340	0.503	
西瓜 Watermelon	0.157	0.017	0.016	0.038	0.228	
黄瓜 Cucumber	0	0	0	0	0	
白菜 Chinese cabbage	0.137	0.183	0.095	0.189	0.604	
番茄 Tomato	0.077	0.102	0.079	0.283	0.541	

对莴苣化感作用的大小为: 黄瓜> 西瓜> 辣椒> 番茄> 白菜。

3 讨论

生物测定主要是通过测定受体植物种子发芽和幼苗生长来鉴定化感作用的强度, 一般来说, 化感物质对胚根、下胚轴和胚芽鞘等生长的影响要比种子发芽强烈。曾任森等报道, 萝卜等多种植物幼苗对化感物质的敏感程度要高于种子发芽, 幼苗根的生长比苗的生长更为敏感^[3]。生物测定中的化感物质可通过供体植物的根系分泌、地上部挥发、雨水或雾滴的淋溶、以及植物残体分解等 4 条途径获得。根系分泌大都与土壤结合在一起, 这就应考虑到微生物的作用, 微生物可能对化感物质的成分和含量有一定的影响, 因此, 应尽量排除土壤微生物的干扰。很多学者利用组织培养^[4]、培养皿消毒培养^[5,6]等方法来研究。靳月华等利用组织培养方法研究了柳树根系分泌物的化感作用, 证明了其根系分泌物抑制了白桦树种子的发芽和幼苗的生长^[7]。王大力等利用干燥器进行植物化感作用测定, 在干燥器的上下两层放置豚草的新鲜叶子, 中层放置摆有受体植物种子的培养皿, 记录受体植物种子的萌发情况来测定豚草挥发性物质的化感作用^[8]。

该试验是采用组织培养法模拟了根系分泌这条途

径, 研究了不同作物对莴苣的化感作用, 结果表明, 不同作物根系分泌的化感物质均能明显抑制莴苣幼苗的生长, 这与靳月华研究的结果一致^[7]。莴苣根部受到化感物质的作用后, 其生长明显受到抑制, 并且根部无根毛, 严重时根部死亡, 并且得出化感物质可能作为一种化学信号起作用, 这方面研究结果还未见报道。

参考文献

[1] Rice E L. Allelopathy (2nd ed) New York[M]. Academic Press Inc 1984; 309-315.
 [2] Williamson G B, Obee E M, Weidenhamer J D. Bioassays for allelopathy: Measuring treatment responses with independent controls[J]. J. Chem. Ecol., 1988, 14(1): 181-187.
 [3] 曾任森, 林象联, 谭惠芬, 等. 螻蛄菊根分泌物的异种克生作用及初步分离[J]. 生态学杂志, 1994, 13(1): 51-56.
 [4] 曾任森, 林象联, 骆世明, 等. 螻蛄菊的生化他感作用及生化他感作用物的分离鉴定[J]. 生态学报, 1996, 16(1): 20-27.
 [5] 张宝琛, 白雪芳, 顾立华, 等. 生化他感作用与高寒草甸上人工草场自然退化现象的研究[J]. 生态学报, 1989, 9(2): 115-120.
 [6] 张淑香, 高子勤, 刘海玲. 连作障碍与根际微生态研究 III 土壤酚酸物质及其生态学效应[J]. 应用生态学报, 2000, 11(5): 741-744.
 [7] 靳月华, 尹忠馥, 姚媛. 组织培养在化学生态(他感作用)研究中的应用[J]. 生态学杂志, 1986(5): 61-63.
 [8] 王大力, 祝心如. 豚草的化感作用研究[J]. 生态学报, 1996, 16(1): 11-19.

The Allelopathy of Root Exudation of Different Crops on Lettuce

GENG Guang-dong^{1,2}, ZHANG Su-qin^{1,2}, CHENG Zhi-hui²

(1. Agricultural College, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025, China; 2. College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The Allelopathy of root exudation of different crops on lettuce was researched through tissue culture method. The results showed that the growth of tops and roots was inhibited by root exudation of different crops. The results of integrate subjection value showed that the allelopathy sequence of different crops on lettuce was cucumber > watermelon > hot pepper > tomato > Chinese cabbage.

Key words: Root exudation; Lettuce; Allelopathy