

氯钾离子共体诱导后黄瓜叶片内几种物质含量变化

云兴福, 贾俊英

(内蒙古农业大学 农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要:在黄瓜幼苗子叶期及第一真叶期用浓度为 0.2%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 的氯钾离子共体液进行诱导处理, 结果表明: 诱导后可溶性糖含量均显著高于对照, 且呈先升高后降低的趋势, 15 d 后各处理达到最大值; 叶绿素含量也呈先升高后降低的趋势, 诱导初期对照和各处理变化平缓, 10 d 后急剧升高, 15 d 达到最大值, 各处理均高于对照; 单宁含量诱导后即开始升高, 15 d 达到峰值, 阿魏酸含量前期变化平缓, 15 d 后急剧升高, 20 d 后达到峰值, 绿原酸含量诱导后急剧升高, 5 d 后即达到最大值; 木质素的含量各处理均高于对照。在诱导物浓度为 0.5% ~ 1.5% 的范围内, 黄瓜叶片内各生理生化指标较对照差异最大。

关键词: 氯钾离子共体; 诱导; 黄瓜叶片; 物质含量

中图分类号: S642.2; S432 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2007)02-0079-07

The Changes of Substance Content Induced with Copolymer of Chlorine and Potassium Ions in Cucumber Leaf

YUN Xing-fu, JIA Jun-ying

(Agricultural College, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China)

Abstract: It was conducted that cucumber seedlings were induced by copolymer of chlorine and potassium ions with 0.2%, 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2.0% concentration at stage of cotyledon and the first leaf. The results showed that Soluble suger content were higher than that of control, and the tendency that increased firstly, then decreased, they were maximum after induced 15 days. Chlorophyll content present the tendency as that of soluble suger content, control and treatments change slowly at the initial stage of induced, increased sharply after 10 days, they reached the peak base after induced 15 days, all treatmeats were higher than control obviously. the content of tannin increased instantly after induce, the content of treatments and control were the largest after 15 days. ferulic acid content change slowly at the prophase, rised sharply after 15 days, which reached the peak base after 20 days. Chlorogenic acid content rised shaply after induced, which were maximum after induced 5 days. Lignose content of treatments were higher than that of control. when the concentration of copolymer of chlorine and potassium ions were 0.5% to 1.5%, the physiological and biochemical index of treatments changed obviously.

Key words: Copolymer of chlorine and potassium ions; Induce; Cucumber leaves; Substance content

诱导抗病性是利用物理的、化学的以及生物的方法预先处理植株, 改变植物对病害的反应, 使原来感病反应产生局部或系统的抗性^[1,2]。植物经诱导剂处理后, 体内发生一系列生理生化的变化, 各代谢途径都发生不同程度的变化。初生代谢的增强为植株本身提供了营养物质, 从而为抗病提供了可能; 酚类物质是植物重要的次生代谢产物, 它参与了许多重要的生理过程。人们在研究天然抗性时注意到,

抗性植物中酚类物质(单宁、绿原酸、阿魏酸、香豆酸)积累量大, 它们中有的可抑制真菌孢子萌发和菌丝生长、有的可抑制病原物毒素及酶的产生或使其钝化, 不同程度的参与对病原的抵御。此外, 酚类物质又是木质素合成的前体, 可使木质化加强。因此, 植物体内酚类物质增加可使抗病性增强。但就以氯钾离子共体为诱导物诱导黄瓜幼苗后, 其叶片内各物质含量的变化及其与抗霜霉病的关系, 国内外尚

收稿日期: 2006-08-09

基金项目: 内蒙古自然科学基金项目(200308020312); 呼和浩特市科技攻关项目

作者简介: 云兴福(1958-), 男(回族), 内蒙古呼和浩特人, 教授, 博士生导师, 主要从事蔬菜栽培生理、病理的研究。

未见报道。

目前, 黄瓜霜霉病发生较为普遍, 而防治方法仍以施用化学农药为主^[3-6]。本试验是在前人研究了用氯钾离子共体诱导黄瓜后获得对霜霉病的抗性的基础上^[7,8], 进一步从与抗病有关的物质含量变化的角度分析其产生抗病性的机理, 并为该技术的大面积推广奠定理论基础。

1 材料和方法

1.1 材料

试验材料为黄瓜感病品种山东密刺。种子在实验室浸种、催芽后, 于 2004 年 3 月 24 日播于内蒙古农业大学试验基地的日光温室中育苗。

1.2 试验方法

1.2.1 诱导物 氯钾离子共体(溶解氯化钾获得), 质量百分比浓度(m/m)为: 0.2%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% 5 个水平。

1.2.2 诱导时期及诱导方法 待幼苗长到子叶期(子叶充分展开)和第一真叶期(第一真叶横宽 5 cm)进行 2 次氯钾离子共体溶液诱导处理, 以蒸馏水处理为对照。均在傍晚进行诱导处理, 诱导处理后扣地膜小棚保持温度、湿度, 防止药液蒸发, 第 2 天上午 10:00 揭棚。

诱导方法采用叶面喷施法, 即用喉头喷雾器把配好的诱导物均匀的喷施在整个植株上, 特别是叶片正面和背面, 以叶片布匀药液为度。

1.2.3 试验设计 田间试验设计: 本试验用不同质量百分比浓度(m/m)梯度的诱导物加对照共为 6 个水平, 3 次重复, 共 18 个处理, 每个处理样本数为 150 株, 共需 2 700 株, 做常规管理。取样: 分别于第 2 次诱导前 1 天及诱导后第 5 天、第 10 天、第 15 天、第 20 天、第 30 天共取样 6 次, 每个处理随机取样, 取样数为 30 株, 以全株叶为供试材料进行实验室分析。并用 SAS 软件对数据进行 F 检验检查差异显著性。

1.2.4 实验室内几种物质含量的测定 可溶性糖含量的测定^[9]采用蒽酮比色法。可溶性糖的提取: 取 80℃下烘干 4 h 的黄瓜叶片充分研磨后, 称取 50 mg 样品倒入 10 mL 离心管内, 加入 4 mL 80% 的酒精, 置于 80℃水浴中不断搅拌 40 min, 4 000 r/min 离心, 收集上清液, 其残渣加 2 mL 80% 的酒精重复提 2 次, 合并上清液。在上清液中加入 10 mg 活性炭, 80℃脱色 30 min, 定容至 10 mL, 过滤后取滤液测定。含量的测定: 吸取上述酒精提取液 1 mL, 加入 5 mL 蒽酮试剂混合, 沸水浴煮 10 min, 取出冷却。在 625

nm 处测 OD 值。从标准曲线上得到提取液中糖的含量。

叶绿素含量的测定^[10]采用丙酮提取法。色素的提取: 取新鲜叶片剪成碎块, 称取 0.5 g 放入研钵中, 加纯丙酮 5 mL, 少许碳酸钙和石英砂, 研磨成匀浆, 过滤并用 80% 的丙酮定容至 20 mL。含量的测定: 取上述色素提取液 1 mL, 加 80% 丙酮 4 mL, 以 80% 丙酮为参比, 分别测定 663 nm, 645 nm 处的光密度值, 计算其含量。

单宁含量的测定^[11]参照 ISO9648 法。取 80℃下烘干 4 h 的黄瓜叶片充分研磨后, 准确称取 1 g, 加入 20 mL 二甲基替甲酰胺溶液, 置于振荡机振荡 60 min, 然后离心 10 min(3 000 r/min), 取上清液 1 mL 放入试管中, 加入 6 mL 蒸馏水、1 mL 柠檬酸铁铵, 振荡几秒钟后再加入 1 mL 氨溶液, 振荡几秒钟, 10 min 后用分光光度计于 525 nm 处测定光密度值, 以水为参比液。

阿魏酸含量测定^[12]参照杨家书方法。待测液的制备: 取 80℃下烘干 4 h 的黄瓜叶片 0.15 g, 加入乙醚研磨抽提 1 次, 再加水研磨抽提 1 次, 3 500 r/min 离心 15 min, 沉淀加入 50 倍体积的 0.5 mol/L NaOH 溶液, 70℃水解 16 h, 于 3 500 r/min 离心 15 min, 上清液用 1 mol/L HCl 调节 pH 值 8.5~9.0, 作为阿魏酸测定液。含量的测定: 分别取上清液 0.5 mL 用 0.05 mol/L NaOH、pH 值 8.8 磷酸缓冲液分别稀释到 3.5 mL, 分别测定 350 nm 处光密度值并分别记为 OD I(NaOH 稀释的)和 OD II(磷酸缓冲液稀释的); $OD_{350} = OD I - OD II$, 以 $OD_{350}/(g \cdot mL)$ 表示阿魏酸相对含量。

绿原酸含量测定^[12]参照杨家书方法。取 60℃下烘干黄瓜叶片 0.15 g, 用 5 mL 乙醇提取 1 h, 取提取液 1 mL 加 4 mL 乙醇后, 加入 0.5 g 活性炭脱色, 之后于分光光度计 324 nm 处测定光密度值。以 $OD_{324}/(g \cdot mL)$ 表示绿原酸相对含量。

木质素含量的测定^[13]采用重铬酸钾氧化法。

2 结果与分析

2.1 可溶性糖含量的变化

黄瓜幼苗经诱导后, 叶片中可溶性糖含量的变化呈先升高后降低的趋势。诱导后 5 d, 处理 1、处理 2、处理 3、处理 4、处理 5 的可溶性糖含量都极显著高于对照, 分别比对照提高了 60.15%, 166.44%, 155.64%, 149.38%, 143.80%; 诱导 10 d 后, 各处理仍极显著高于对照; 诱导 15 d 后, 各处理可溶性糖含量都达到最大值, 其中处理 4 比对照提高了

36. 17% , 仍极显著高于对照; 之后, 可溶性糖含量开始下降, 但各处理仍高于对照(表 1)。诱导 30 d 后,

表 1 可溶性糖含量的变化

Tab 1 The change of soluble suger content								µg/ g
测定日期 The date of measure	项目 Project	蒸馏水对照 Control distilled water	处理 1 Treatment one	处理 2 Treatment two	处理 3 Treatment three	处理 4 Treatment four	处理 5 Treatment five	
诱导前 1 天 Before induced 1 d	可溶性糖含量	33. 91Aa	38. 78ABa	44. 38Bab	53. 58Cb	52. 38Cb	41. 71ABa	
	与 CK 差值		4. 87	10. 47	19. 67	18. 47	7. 80	
	差值/ %		14. 36	30. 88	58. 00	54. 47	23. 00	
诱导第 5 天 After induced 5 d	可溶性糖含量	39. 45Aa	63. 18Bb	105. 11Cc	100. 85Cc	98. 38Cc	96. 18Cc	
	与 CK 差值		23. 73	65. 66	61. 40	58. 93	56. 73	
	差值/ %		60. 15	166. 44	155. 64	149. 38	143. 80	
诱导第 10 天 After induced 10 d	可溶性糖含量	83. 18Aa	127. 58BCb	123. 38Bb	133. 05BCb	140. 91Cb	128. 98BCb	
	与 CK 差值		44. 40	40. 20	49. 87	57. 73	45. 80	
	差值/ %		53. 38	48. 33	59. 95	69. 40	55. 06	
诱导第 15 天 After induced 15 d	可溶性糖含量	120. 91Aa	131. 51Aab	142. 78ABab	138. 71Aab	164. 65Bb	138. 98Aab	
	与 CK 差值		10. 60	21. 87	17. 80	43. 74	18. 07	
	差值/ %		8. 77	18. 09	14. 72	36. 18	14. 95	
诱导第 20 天 After induced 20 d	可溶性糖含量	10. 98Aa	124. 71ABa	114. 51ABa	123. 25ABa	115. 98ABa	129. 71Ba	
	与 CK 差值		13. 73	3. 53	12. 27	5. 00	18. 73	
	差值/ %		12. 37	3. 18	11. 06	4. 51	16. 88	
诱导第 30 天 After induced 30 d	可溶性糖含量	88. 18Aa	67. 65Dac	79. 45ADa	77. 25ACa	96. 51ABab	90. 71Aa	
	与 CK 差值		- 20. 53	- 8. 73	- 10. 93	8. 33	2. 53	
	差值/ %		- 23. 28	- 9. 90	- 12. 40	9. 45	2. 87	

注: 表中大写字母表示 0.05 水平下的差异; 小写字母表示 0.01 水平下的差异, 下同
Note: The capital alphabet: The difference comparing with CK are significant at 0.05 level; the small alphabet: The difference comparing with CK are significant at 0.01 level, the same as followed

2. 2 叶绿素含量的变化

黄瓜幼苗经诱导后, 叶绿素含量也呈先升高后降低的趋势。诱导 5 d 后, 其叶片内叶绿素含量发生了变化, 其中处理 1、处理 2 极显著高于对照, 分别比对照提高了 10. 34% , 15. 97%; 到诱导后 15 d, 对照和处理均达到了最大值, 处理 2、处理 3、处理 4、

处理 5 显著高于对照, 叶绿素含量分别比对照提高了 12. 18% , 14. 42% , 27. 10% , 22. 51% ; 然后开始下降, 到诱导后 20 d, 处理 3 仍极显著高于对照; 之后叶绿素含量变化不大, 除诱导后 30 d 的处理略低于对照外, 其他处理仍高于对照(表 2)。

表 2 叶绿素含量的变化

Tab 2 The change of chlorophyll content								mg/ g
测定日期 The date of measure	项目 Project	蒸馏水对照 Control distilled water	处理 1 Treatment one	处理 2 Treatment two	处理 3 Treatment three	处理 4 Treatment four	处理 5 Treatment five	
诱导前 1 天 Before induced 1 d	叶绿素含量	1. 003Aa	1. 034Aa	1. 024Aa	1. 045Aa	1. 021Aa	1. 035Aa	
	与 CK 差值		0. 031	0. 021	0. 042	0. 018	0. 032	
	差值/ %		3. 090	2. 090	4. 190	1. 790	3. 190	
诱导第 5 天 After induced 5 d	叶绿素含量	0. 977Aa	1. 078Bbc	1. 133Bb	0. 959Aa	1. 000Aab	0. 977Aa	
	与 CK 差值		0. 101	0. 156	- 0. 018	0. 023	0	
	差值/ %		10. 340	15. 970	- 1. 840	2. 350	0	
诱导第 10 天 After induced 10 d	叶绿素含量	0. 982Aa	1. 109Aa	1. 015Aa	1. 013Aa	1. 017Aa	1. 036Aa	
	与 CK 差值		0. 127	0. 033	0. 031	0. 035	0. 054	
	差值/ %		12. 930	3. 360	3. 160	3. 560	5. 500	
诱导第 15 天 After induced 15 d	叶绿素含量	1. 026Aa	0. 950Aa	1. 151Bb	1. 174BCb	1. 304Cc	1. 257BCb	
	与 CK 差值		- 0. 076	0. 125	0. 148	0. 278	0. 231	
	差值/ %		- 7. 410	12. 180	14. 420	27. 100	22. 510	
诱导第 20 天 After induced 20 d	叶绿素含量	0. 959Aa	1. 034ABab	1. 028ABab	1. 115Bb	0. 988Aab	1. 030ABab	
	与 CK 差值		0. 075	0. 069	0. 156	0. 029	0. 071	
	差值/ %		7. 820	7. 200	16. 270	3. 020	7. 400	
诱导第 30 天 After induced 30 d	叶绿素含量	0. 960Aa	1. 006Ba	1. 035Bb	1. 056Cb	0. 937Aa	1. 048Ca	
	与 CK 差值		0. 046	0. 075	0. 096	- 0. 023	0. 088	
	差值/ %		4. 790	7. 810	10. 000	- 2. 400	9. 170	

2. 3 单宁含量的变化

黄瓜幼苗经诱导后, 其叶片内单宁含量各处理均高于对照, 且呈现先升高后降低的趋势。诱导后

5 d, 其叶片内单宁含量发生了变化, 各处理均高于对照, 处理 3、处理 4 显著高于对照, 分别比对照提高了 120. 70% , 175. 71% , 处理 4 达到了极显著水

平; 诱导后 10 d 处理 1、处理 3、处理 4 都极显著高于对照; 诱导后 15 d, 各处理均显著高于对照, 分别比对照提高了 42. 04%, 74. 26%, 77. 02%, 108. 31%, 88. 06%, 处理 2、处理 3、处理 4、处理 5 达到了极显著水平, 其中处理 4 单宁含量达最大值, 为 188. 58 $\mu\text{g/g}$ 。诱导后 20 d, 各处理单宁含量都有所下降, 处理 2、处理 3、处理 4 仍显著高于对照。到诱导后 30 d, 各处理仍高于对照。在诱导后 15 d 之前, 1. 0%, 1. 5% 浓度的处理急剧升高, 其他处理变化趋势平缓, 到诱导后 15 d 达到峰值。之后, 单宁含量逐渐下降, 到诱导后 30 d 稍高于诱导前, 各处理仍高于对照(图 1)。

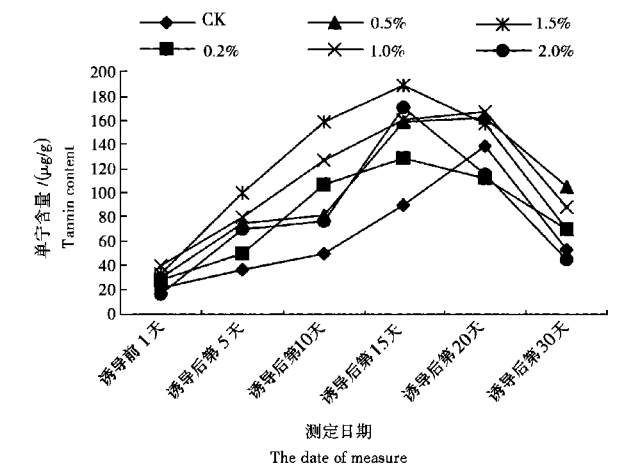


图 1 单宁含量的变化
Fig 1 The change of tannin content

2.4 阿魏酸含量的变化

黄瓜幼苗经诱导后, 叶片内阿魏酸含量也发生了变化, 各处理均高于对照, 变化曲线也为先升后降的趋势。阿魏酸含量前期变化平缓, 诱导后 5 d 各处理和对照的差异没达到显著水平; 到诱导后 10 d, 处理 1、处理 2、处理 3、处理 4 都显著高于对照, 分别比对照提高了 83. 72%, 72. 87%, 75. 97%, 84. 50%, 其中处理 1、处理 4 达到了极显著水平; 诱导后 15 d 曲线急剧上升, 处理 2、处理 4 仍显著高于对照; 到诱导后 20 d, 阿魏酸含量大幅度增加, 处理 4 达到了最大值, 为 0. 145 $\text{OD}_{350}/(\text{g}\cdot\text{mL})$, 且处理 2、处理 3、处理 4、处理 5 都显著高于对照, 处理 4 达到了极显著水平; 到诱导后 30 d, 阿魏酸含量下降, 各处理仍高于

对照, 但无显著性差异(图 2)。

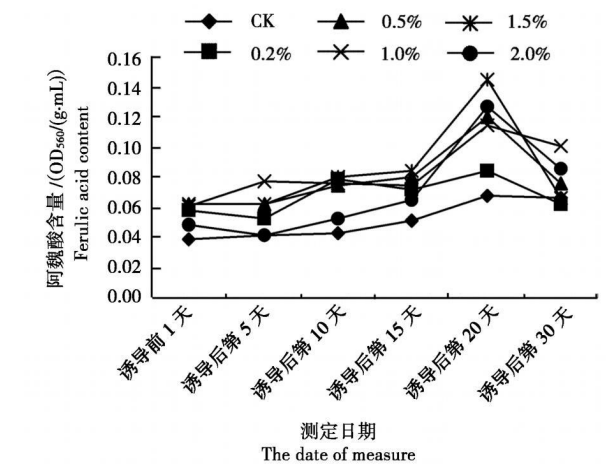


图 2 阿魏酸含量的变化
Fig 2 The change of ferulic acid content

2.5 绿原酸相对含量的变化

黄瓜幼苗经不同浓度的氯钾离子共体液诱导后, 其叶片内绿原酸的含量也有先升高后降低的趋势, 且各处理均高于对照。经诱导后叶片内绿原酸含量急剧上升, 到诱导后第 5 d 已达到峰值, 各处理绿原酸含量均高于对照, 处理 4 达到了极显著水平, 比对照提高了 71. 43%; 到诱导后 10 d, 绿原酸含量有所下降, 但处理 3、处理 4 仍极显著高于对照, 分别比对照提高了 31. 97%, 57. 82%; 诱导后 15 d 之后, 各处理变化不很明显, 但仍高于对照, 处理 4 达到了显著水平(图 3)。

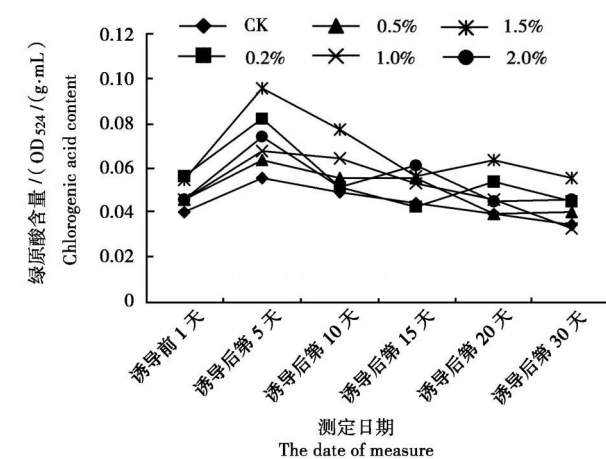


图 3 绿原酸含量的变化
Fig 3 The change of chlorogenic acid content

表 3 木质素含量的变化

Tab 3 The change of lignose content								%
测定日期 The date of measure	项目 Project	蒸馏水对照 Control distilled water	处理 1 Treatment one	处理 2 Treatment two	处理 3 Treatment three	处理 4 Treatment four	处理 5 Treatment five	
诱导后第 15 天 After induced 15 d	木质素含量	10.02Aa	12.56Bb	12.85Bb	12.86Cc	14.52Dd	12.72Ee	
	与 CK 差值		2.54	2.83	2.84	4.5	2.7	
	差值/%		25.35	28.24	28.34	44.91	26.95	

2.6 木质素含量的变化

本试验选取了产生诱导效果最强的时期(诱导

后 15 d) 测定木质素的含量, 经诱导后叶片内木质素含量有了显著的变化, 处理 1、处理 2、处理 3、处理 4、处理 5 均极显著高于对照, 其中处理 4 增加的幅度最大, 较对照提高了 44.91% (表 3)。

3 讨论与结论

3.1 可溶性糖

植物组织的含糖量与植物的抗病性密切相关。在自然抗病的研究中刘庆元以抗感程度不同的 5 个黄瓜品种作试材, 对可溶性糖含量作了测定, 发现黄瓜品种的抗病能力与可溶性糖含量呈正相关^[14]; 云兴福在研究黄瓜组织中糖含量与霜霉病抗性的关系时指出, 抗病品种有较高含量的可溶性糖和较低含量的还原糖^[15]; 杨崇实也证明, 黄瓜不同品种卷须内可溶性固形物含量越高越抗霜霉病^[16]; 甘莉的试验结果指出, 棉花品种的含糖量与抗黄萎病有一定的相关性, 抗病品种 88-10 可溶性糖含量高于感病品种 88-93^[17]。

在诱导抗病性的研究中, Horsfall^[18] 认为植物体内可溶性的碳水化合物对病原菌影响较大, 诱导处理后的组织可溶性碳水化合物增加; 骆桂芬在研究黄瓜霜霉病诱导抗性机制时发现, 在诱导抗性强的植株内或诱导抗性强的生育阶段, 可溶性糖含量最高^[19]。

本试验的研究结果表明, 诱导后黄瓜叶片内可溶性糖含量各处理均高于对照, 而且增加量的多少随诱导物浓度而异, 1.5% 质量百分比浓度的处理到诱导后 15 d 仍极显著高于对照, 说明诱导抗性强的黄瓜植株可溶性糖含量也增加。这与前人的结论是一致的。黄瓜植株中可溶性糖含量增加, 说明它是诱导抗性机制的一部分, 糖含量之所以发生了变化, 可能是诱导物与黄瓜植株相互作用的结果; 糖含量的增加也可能进一步激活与抗性有关的生物物质的合成, 从而使植物的抗病性增强。

3.2 叶绿素

高等植物用于光合作用光能吸收和传递的主要色素是叶绿素。从功能上讲, 叶绿素可以分为吸收、传递光能的叶绿素和参加光化学反应的叶绿素, 所以说叶绿素是植物重要的生理指标。

在与植物抗病性关系的研究上, 国内外也有很多报道: 刘庆元的研究表明, 不同黄瓜品种霜霉病的抗性与其叶片内叶绿素含量呈正相关^[14]; 胥爱玲等认为抗黄瓜霜霉病的品种, 其抗病能力与叶片内叶绿素含量呈正相关, 而在感病品种中, 其品种的抗病性与叶绿素含量无相关性^[20]; 刘亚光在研究感染大

豆灰斑病菌后不同抗性的大豆品种叶绿素的动态变化时指出, 对于抗病品种, 无论是叶绿素 a 还是叶绿素 b 的含量均于接种后明显高于对照, 最终表现为抗病反应^[21]。

在诱导抗病的研究中, 高芬等用家畜泔肥浸渍液诱导黄瓜后发现, 黄瓜植株生长健壮、叶片浓绿, 叶绿素含量明显高于对照, 得出叶绿素含量增高也是植物抗病性增强的机理之一的结论^[22]。

本试验的研究结果表明, 诱导后黄瓜叶片内叶绿素含量也有增高的趋势, 诱导后 15 d 叶绿素含量达最大值, 且不同的处理增高的幅度不同, 其中 1.0%, 1.5% 质量百分比浓度的处理极显著高于对照, 这说明黄瓜幼苗经诱导后产生的抗霜霉病的特性与叶绿素含量密切相关, 叶绿素含量越高, 其抗病性越强。这与前人的研究结果相吻合。叶绿素含量增加, 植株光合作用增强, 生长健壮, 这也是抗病能力增强的一个标志。

3.3 酚类物质

单宁、绿原酸、阿魏酸、木质素是植物体内重要的酚类物质, 是通过苯丙氨酸代谢途径合成的。植物在受病原物侵染或诱导物处理后, 体内单宁、绿原酸、阿魏酸、木质素积累是一种常见的现象。

在自然抗病性的研究中, 杨家书发现小麦受白粉菌侵染后可引起植株叶片内阿魏酸、绿原酸含量的增加, 抗病品种明显高于感病品种^[12]; 冯福应等分析了甜菜抗(耐)丛根病性不同的品种中绿原酸、阿魏酸含量, 得出绿原酸和阿魏酸的含量与甜菜抗丛根病性呈正相关, 抗病性强的品种含量显著高于抗病性弱的品种^[23]。

在诱导抗病性的研究中国内外也有很多报道: Ralph 证实壳聚糖诱导的大豆细胞中单宁含量明显增加^[24]; 刘建华等在研究水稻免疫育苗的抗性机制时发现, 免疫秧苗内绿原酸含量明显高于普通旱育秧苗^[25]; 宋凤鸣等用枯萎病菌侵染或氟乐灵诱发处理均显著提高了棉苗体内的阿魏酸、绿原酸含量^[26]; 毕永梅研究用稻瘟菌诱导物对水稻苯丙烷类途径酶系和绿原酸的作用时也发现, 绿原酸的含量较对照显著提高^[27]。蔡新忠在研究水杨酸诱导水稻幼苗抗瘟性的生化机制时指出, 用 0.01 mmol/L 水杨酸喷雾处理水稻幼苗后叶片中木质素含量迅速增加^[28]; 骆桂芬的研究也表明木质素的含量与产生诱导抗性的强弱密切联系^[29]。

酚类物质在抗病中的作用: 首先是抑制真菌的生长, 具有直接的杀菌作用; 其次还可以抑制细胞壁降解酶的活性, 破坏病菌的致病手段; 第三, 作为木

质素合成的前体,还可促使病原侵染处木质化,使植物抗病能力增强。第四,木质素的沉积在结构抗性上能加强植物细胞壁,增加组织木质化的程度,从而抵抗病原物的侵入,限制病毒的扩展。但黄瓜幼苗经氯钾离子共体诱导后产生对霜霉病的抗性与酚类物质的关系及其作用机制至今尚未见报道。

本试验的结果表明,不同浓度的氯钾离子共体液诱导黄瓜幼苗后,其第一叶位真叶内单宁、绿原酸、阿魏酸含量较对照有明显的升高,且不同浓度的处理升高的幅度不同,各种酚类物质的变化趋势也不同,正好说明这几种物质的代谢过程不同,在抗病过程中产生的作用及时期不同。

诱导后 5 d,单宁含量很快发生了变化,1.0%,1.5% 质量百分比浓度的处理极显著高于对照;到诱导后 15 d,单宁含量达到了最大值,各处理均极显著高于对照。说明黄瓜幼苗经氯钾离子共体诱导后产生抗霜霉病的机理与体内单宁的含量密切相关,且诱抗效果越好的处理单宁含量越高,此结果也证明了单宁具有直接的杀菌作用;由相关分析的结果也说明了单宁为木质素的合成提供了前体物质,从而增强了黄瓜对霜霉病的抗性。

绿原酸含量经诱导后很快升高,到诱导后 5 d 已达到了峰值,且 1.5% 质量百分比浓度的处理达到了极显著水平;之后绿原酸含量下降,但各处理仍高于对照。说明绿原酸有强烈的杀菌作用,抑制了霜霉病菌的产孢和繁殖,使黄瓜植株产生了诱抗效果。

阿魏酸含量在诱导初期变化不大,诱导 15 d 后急剧升高,到诱导后 20 d 达到峰值,各处理均高于对照。所以说,阿魏酸没有杀菌作用或杀菌效果不明显,由相关分析的结果得出它是木质素的前体,其含量的增加可为木质素合成提供底物,促进木质素的积累,导致细胞壁的木质化,从而在植物抗病性中起了间接作用。

本试验选取了产生诱抗效果最强的时期(诱导后 15 d)测定木质素的含量,试验结果表明:黄瓜幼苗经不同浓度氯钾离子共体液诱导后体内木质素含量各处理均显著高于对照。这与前人的结论一致,更充分的证实了木质素的抗病作用。木质素的积累加强细胞壁,形成病原菌入侵的机械屏障,使病原菌得不到足够的营养而被饿死。

本次试验还根据试验观察和显著性分析筛选了各指标与抗霜霉病关系最大的氯钾离子共体液的浓度范围。结果表明,经诱导后各类物质含量变化较大的氯钾离子共体液浓度范围为 0.5% ~ 1.5%。

因为浓度为 0.2% 和 2.0% 的氯钾离子共体液诱导后各指标变化幅度小。

可溶性糖含量均显著高于对照,且呈先升高后降低的趋势,到诱导后 15 d 各处理达到最大值。

叶绿素含量也呈先升高后降低的趋势,诱导初期对照和各处理变化平缓,10 d 后急剧升高,15 d 达最大值,之后下降,但经诱导后各处理均高于对照。

单宁、阿魏酸、绿原酸的含量均高于对照,随着时间的推移呈先升高后降低的趋势,单宁含量诱导后即开始升高,15 d 达到峰值,阿魏酸含量前期变化平缓,诱导 15 d 后急剧升高,20 d 后达到峰值,绿原酸含量诱导后急剧升高,5 d 后即达到最大值。

木质素的含量各处理均高于对照。

在诱导物浓度为 0.5% ~ 1.5% 的范围内,诱导后黄瓜叶片内各生理生化指标较对照差异最大。

参考文献:

- [1] 张元恩.诱导黄瓜系统抗病性研究[J].北京农业大学学报,1989,15(1):65-68.
- [2] Conrath U O, Thulke, Katz V, *et al.* Priming as a mechanism in induced systemic resistance of plant [J]. *Eur J Plant Pathol*, 2001, 107: 113-119.
- [3] 宋秀敏.几种杀虫剂和杀菌剂的药效试验[J].内蒙古农业科技,2005(5):33-34.
- [4] 李蒙平,王尚武,雍红波.黄瓜霜霉病的无公害防治技术[J].内蒙古农业科技,2002(6):46-47.
- [5] 吴成明.黄瓜霜霉病的综合防治[J].内蒙古农业科技,1998,(增刊):153.
- [6] 鲁秀芝,李春峰,李瑞翔,等.12%得乳铜乳油防治黄瓜霜霉病药效试验[J].内蒙古农业科技,1998(增刊):145-146.
- [7] 云兴福,李荣禧.几种化学物质诱导黄瓜对霜霉病的抗性[J].植物保护学报,1997,24(2):159-163.
- [8] 杜俊卿,云兴福,马立国,等.氯钾离子共体诱导后黄瓜叶片内酶活性的变化[J].华北农学报,2004,19(2):32-35.
- [9] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,67-69.
- [10] 张志良,瞿伟菁.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,127-128.
- [11] 朱晓茵,孙彩云.ISO 9648 法测定饲料高粱单宁的试验研究[J].饲料工业,1995,16(5):40-41.
- [12] 杨家书,李舜芳,吴畏,等.小麦品种对白粉病抗病性与过氧化物酶的关系[J].植物病理学报,1984,14(4):235-240.
- [13] [苏]X.H 波钦诺克(著).荆家海,丁钟荣(译).植物生物化学分析方法[M].北京:科学技术出版社,1981:224-227.

- [14] 刘庆元. 黄瓜品种对霜霉病的抗性机理[J]. 华北农学报, 1993, 8(1) : 29– 30.
- [15] 云兴福. 黄瓜组织中氨基酸、糖、叶绿素含量与其对霜霉病抗性的关系[J]. 华北农学报, 1993, 8(4) : 52– 58.
- [16] 杨崇实. 黄瓜卷须可溶性糖含量对霜霉病的抗病性预测及防治[J]. 园艺学报, 1985, 12(2) : 102– 106.
- [17] 甘莉, 吕金殿. 棉花品种中糖及单宁与抗黄萎病的关系[J]. 陕西农业科学, 1989(6) : 13– 14.
- [18] Horsfall J G, Dimond A E. Interaction of tissue sugar, growth substances and disease susceptibility[J]. Z Pf lanzenkr pf lanzenschutz, 1957, 64: 415– 421.
- [19] 骆桂芬, 崔俊涛. 黄瓜叶片中糖和叶绿素含量及其对霜霉病抗性的关系[J]. 植物病理学报, 1997, 27(1) : 65– 69.
- [20] 胥爱玲, 张亚平. 黄瓜抗病性与叶绿素含量的关系及遗传性状的研究[J]. 新疆农业科学, 1995(1) : 23– 26.
- [21] 刘亚光, 李丽清, 马景生, 等. 感染大豆灰斑病菌后不同抗性的大豆品种叶绿素动态变化的研究[J]. 大豆科学, 2001, 20(1) : 49– 53.
- [22] 高芬, 马利平, 乔雄梧, 等. 家畜沤肥浸渍液对蔬菜抗病性相关酶活性及叶绿素含量的影响[J]. 华北农学报, 2003, 18(2) : 60– 62.
- [23] 冯福应, 邵金旺, 张少英, 等. 甜菜抗(耐) 从根病性不同的品种绿原酸和阿魏酸研究[J]. 中国甜菜糖业, 2001(4) : 1– 5.
- [24] Ralph L, Nicholson M. Phenolic compounds and their role in disease resistance[J]. Ann Rev Phytopathol, 1992, 30: 369– 389.
- [25] 刘建华, 杨家书, 俞孕珍. 水稻免疫育苗的抗性机制新探[J]. 华北农学报, 2000, 15(4) : 24– 28.
- [26] 宋凤鸣. 绿原酸和阿魏酸与棉花对枯萎病抗性的关系[J]. 浙江农业大学学报, 1996, 22(3) : 236– 240.
- [27] 毕永梅. 稻瘟病菌诱导物对水稻苯丙烷类途径酶系和绿原酸的诱导作用[J]. 植物生理学通讯, 1990(3) : 18– 20.
- [28] 蔡新忠, 郑重. 水杨酸诱导水稻幼苗抗瘟性的生化机制[J]. 植物病理学报, 1997, 27(3) : 231– 236.
- [29] 骆桂芬, 邹艳华. 黄瓜叶片中木质素含量与抗霜霉病的关系[J]. 吉林农业大学学报, 1995, 17(2) : 18– 21.