

嫁接对茄子施用百菌清后的残留量及相关生理生化指标的影响

周宝利 高 平 叶雪凌 王惠超 王繁妤 许伟利

(沈阳农业大学园艺学院, 辽宁沈阳 110161)

摘 要: 以野生茄托鲁巴姆 (*Solanum torvum*) 为砧木, 茄子品种西安绿茄为接穗进行嫁接, 测定施用 75% 百菌清可湿性粉剂 (WP) 800 倍液后嫁接茄和自根茄果实中的农药残留量、生长指标及抗氧化酶活性。结果表明: 嫁接茄果实中农药残留量比自根茄降低了 32.07% ~ 100.00%, 嫁接茄的株高、茎粗、地上部鲜质量、根鲜质量比自根茄分别增加 3.82% ~ 24.70%、3.05% ~ 22.47%、11.97% ~ 25.83%、30.95% ~ 57.45%, 嫁接茄根系活力、叶片脯氨酸 (Pro) 含量分别比自根茄增加 46.43% ~ 79.41%、14.93% ~ 40.08%; 嫁接茄叶片过氧化物酶 (POD) 活性、过氧化氢酶 (CAT) 活性、苯丙氨酸解氨酶 (PAL) 活性比自根茄分别增加 24.36% ~ 42.99%、17.09% ~ 39.15%、12.60% ~ 45.44%, 而相对电导率和丙二醛含量则分别比自根茄降低了 24.31% ~ 52.22%、22.65% ~ 39.41%。因此, 嫁接增强了植株长势, 提高了有关酶代谢活性, 从而降低了茄子果实中的农药残留量。

关键词: 茄子; 嫁接; 百菌清; 农药残留; 抗氧化酶活性

中图分类号: S641.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-6346 (2012) 02-0060-06

Effects of Grafting on Eggplant Growth, Pesticide Residues and Antioxidant Enzyme Activities after Applying Chlorothalonil

ZHOU Bao-li, GAO Ping, YE Xue-ling, WANG Hui-chao, WANG Fan-yu, XU Wei-li

(College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, Liaoning, China)

Abstract: The commonly grown eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivar 'Xi'anlvqie' was used as scion. It was grafted with eggplant rootstock (*Solanum torvum*). Pesticide residues in fruit and growth index and antioxidant enzyme activities of grafted eggplants and self-rooted eggplants under the conditions of 75% chlorothalonil WP 800 times liquid application were assayed. The results showed that pesticide residues in fruit to grafted eggplants declined 32.07%–100.00% than the self-rooted control. The plant height, stem diameter, fresh weight of aboveground, fresh weight of root, root activity, proline content (Pro), peroxidase (POD) activity, catalase (CAT) activity and phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity of grafted eggplants were all higher than the self-rooted control by 3.82%–24.70%, 3.05%–22.47%, 11.97%–25.83%, 30.95%–57.45%, 46.43%–79.41%, 14.93%–40.08%, 24.36%–42.99%, 17.09%–39.15%, 12.60%–45.44%, respectively. The relative conductivity and malondialdehyde (MDA) content were lower comparing with the control by 24.31%–52.22% and 22.65%–39.41%, respectively. Therefore, grafting has physiologically increased eggplant in vivo relevant resistance, thus

收稿日期: 2011-05-27; 接受日期: 2011-06-30

基金项目: 沈阳市科技计划项目 (F10-226-4-00)

作者简介: 周宝利, 男, 教授, 博士生导师, 研究方向: 蔬菜栽培生理与生态, E-mail: zblaaa@163.com

reduced the pesticide residues in eggplant fruit.

Keywords: Eggplants; Grafting; Chlorothalonil; Pesticide residues; Antioxidant enzyme activity

化学防治是农业生产上控制病虫害发生并提高产量的普遍措施, 但农药残留超标已经对食品安全和生态环境构成严重威胁。针对农药残留与污染等问题, 生产中除选育出一批抗病品种外, 推广应用了防虫网、性诱剂、粘虫板、硫磺熏蒸、生物农药、有色薄膜等环境友好型病虫害防治技术(石延霞等, 2007; 杨宇红等, 2008)。此外, 植物激素应用、微生物降解农药残留等有效措施也实现了产业化生产。刘芳芳等(2010)筛选出低农药残留的黄瓜种质资源。Jiang等(2007)和Fang等(2008)分离了多个农药降解菌。Xia等(2009)还发现, 植物激素中的油菜素内酯能通过加速植物体内的农药代谢降解过程, 降低蔬菜等产品中的农药残留量。病虫害是导致茄子(*Solanum melongena* L.)减产的重要原因, 而茄子嫁接是近年来用来增强植株抗病性(高梅秀等, 2001), 减少真菌、细菌、病毒的感染、提高蔬菜产量和品质的成熟技术, 同时, 利用抗性砧木进行嫁接还可提高植株对重金属离子的耐性(Roupheal et al., 2008)、抗旱性(Lee, 1994)、抗冷性(陈贵林等, 2002; 刘慧英等, 2004)、耐盐性(Ruiz et al., 2006)及耐低氧性(王慧蕾等, 2008)。然而, 通过嫁接换根技术降低农药残留量尚未见报道。本试验用托鲁巴姆(*Solanum torvum*)作砧木与西安绿茄嫁接, 选取茄子生产中常用的杀菌剂百菌清对其进行处理。探讨嫁接对茄子施药后果实农药残留量及生长发育的影响, 阐明嫁接对茄子施药后相关抗逆生理生化指标的变化。为利用嫁接减少蔬菜农药残留量提供理论依据, 以期更好地指导生产实践。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2010年在沈阳农业大学蔬菜基地日光温室内进行。2月28日播种砧木野生茄托鲁巴姆, 3月25日播种接穗西安绿茄, 当砧木幼苗长至5~6片真叶时采用劈接法进行嫁接。嫁接苗成活后, 将嫁接茄和自根茄分别移至直径为30 cm的营养盆内, 盆内土壤为蛭石: 草炭: 园田土=1 V: 2 V: 4 V充分混合而成。采用完全随机区组设计, 每处理20盆, 分成4个区组。在茄子现蕾期, 模拟田间生产管理、防治病虫害施药过程, 采用茄子生产中常用杀菌剂75%百菌清可湿性粉剂(WP)800倍液分别喷施嫁接茄和自根茄(每盆用量150 mL), 其中以各处理的自根茄为对照。为了增加胁迫压力, 每隔3 d处理一次, 共处理3次, 在最后一次处理后0、1、3、5、7 d调查取样。测定茄子果实中百菌清残留量, 植株的株高、茎粗、生物量及叶片相关抗性生理指标。

1.2 试验方法

1.2.1 百菌清残留量测定 每个处理混合取样, 参照国家标准(GB/T 5009.105-2003 黄瓜中百菌清残留量的测定)称取25 g茄子, 匀浆, 置于250 mL锥形瓶中, 加入60 mL丙酮及50%磷酸2 mL, 充分振摇2 min, 过滤, 用20 mL丙酮洗涤锥形瓶2次, 滤液全部移入250 mL分液漏斗中, 并加入2%硫酸钠溶液100 mL, 摇匀后用环己烷60 mL提取3次, 静置分层后, 提取液经无水硫酸钠漏斗干燥, 减压浓缩至5 mL待净化。将层析柱底部垫少许脱脂棉, 依次装入2 cm无水硫酸钠, 7 g弗罗里硅土, 2 cm无水硫酸钠, 敲实并成一平面。然后用15 mL环己烷预淋洗层析柱, 弃去预淋液。将浓缩液的样品提取液倒入柱中, 用100 mL环己烷-丁酮(20:1)混合液分4次淋洗, 收集全部淋洗液, 浓缩后定容至1 mL, 进行气相色谱分析。色谱条件如下。

气相色谱仪(配ECD检测器); 色谱柱: 150~180 °C HP-5 (30 m×250 μm); 进样口:

200 ℃; 检测器: 300 ℃; 氮气: 1.0 mL · min⁻¹; 进样量: 2 μL。

1.2.2 生长指标的测定 利用直尺测量茄子的株高 (茎基部到茎尖生长点), 游标卡尺测量茄子的茎粗 (子叶节上方约 1 mm 处茎的直径), 分析天平测定茄子的地上部和根的鲜质量。

1.2.3 生理指标的测定 根系活力采用氯化三苯基四氮唑 (TTC) 还原法测定 (李合生 2002); 电导率采用外渗电导法测定 (郝建军和刘延吉, 2001); 丙二醛 (MDA) 含量采用硫代巴比妥酸法测定 (赵世杰等, 1994); 过氧化物酶 (POD) 活性采用愈创木酚染色法测定, 过氧化氢酶 (CAT) 活性采用紫外吸收法测定 (陈建勋和王晓峰, 2002); 苯丙氨酸解氨酶 (PAL) 活性采用苯丙氨酸脱氨显色法测定 (王敬文和薛应龙, 1981); 脯氨酸 (Pro) 含量采用酸性茚三酮比色法测定 (郝建军和刘延吉, 2001)。

1.2.4 数据分析 应用 Microsoft Excel 2003 和 DPS 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 嫁接对茄子施用百菌清后果实中农药残留量的影响

从图 1 可以看出, 在施用百菌清条件下, 同一时间内嫁接茄百菌清残留量显著低于自根茄, 在施药后 0、1、3、5、7 d, 嫁接茄果实中农药残留量较自根茄分别降低了 32.07%、61.45%、92.69%、96.48%、100.00%。表明嫁接有效缓解了茄子果实中的农药残留。

2.2 嫁接对茄子施用百菌清后植株生长状况的影响

由表 1 可知, 施用百菌清后, 嫁接茄株高均显著高于对照自根茄, 并且随着时间的推进增幅逐渐变大, 增幅为 3.82%~24.70%。茎粗与株高相似, 嫁接茄的茎粗大于对照自根茄, 施药后 1 d, 嫁接茄较对照自根茄增幅变化较大, 为 22.47%; 施药后 1~3 d, 增幅增加逐渐减小, 为 10.43%。嫁接茄地上部鲜质量与对照自根茄差异极显著, 同一时间内变化趋势和株高相同, 嫁接茄比对照自根茄增加 11.97%~25.83%。嫁接茄根鲜质量和对照自根茄差异达极显著水平, 嫁接茄根鲜质量增加了 30.95%~57.45%。综合各项生长指标, 嫁接茄植株生长状况均好于自根茄。

2.3 嫁接对茄子施用百菌清后根系活力、电导率和丙二醛含量的影响

从图 2 可以看出, 随着施药后天数的增加, 茄子根系活力先增加后降低, 且同一时间内嫁接茄的根系活力均显著高于自根茄, 比对照自根茄增加 46.43%~79.41%。同时各处理茄子叶片的相对电导率呈上升趋势, 而嫁接茄叶片相对电导率明显低于自根茄, 比自根茄降低 24.31%~52.22%。另外, 嫁接茄和自根茄叶片中丙二醛含量与相对电导率的变化趋势相同, 比对照自根

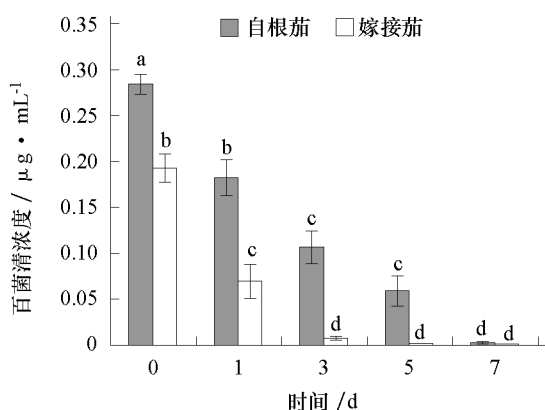


图 1 嫁接对茄子施用百菌清后果实中农药残留量的影响

图柱上不同小写字母表示差异显著 ($\alpha=0.05$)。

表 1 嫁接对茄子施用百菌清后植株生长状况的影响

处理	调查时间/d	株高/cm	茎粗/cm	地上部鲜质量/g	根鲜质量/g
嫁接茄	0	20.91 eFf	0.95 dD	23.80 eFCDE	15.57 eDE
	1	24.66 deDE	1.09 cC	27.58 cdBC	18.53 bcBC
	3	26.71 cdCD	1.27 bcBC	31.91 bcAB	23.84 bB
	5	30.84 bAB	1.31 abAB	32.78 abA	29.51 aA
	7	33.65 aA	1.35 aA	34.23 aA	32.23 aA
自根茄	0	20.14 fF	0.88 dD	20.69 gE	11.06 fF
	1	20.83 fF	0.89 dD	22.19 fgDE	14.15 eEF
	3	21.42 eFf	1.15 cC	25.36 deCD	15.14 eEF
	5	27.48 cBCD	1.25 bcABC	27.83 cdBC	19.42 dCD
	7	28.62 bcBC	1.31 bcABC	30.57 abA	20.47 cdC

注: 表中同列数据后不同小写字母表示差异显著 ($\alpha=0.05$), 不同大写字母表示差异极显著 ($\alpha=0.01$)。

茄降低了 22.65% ~ 39.41%。表明与自根茄相比百菌清胁迫对嫁接茄细胞膜产生的伤害更小。

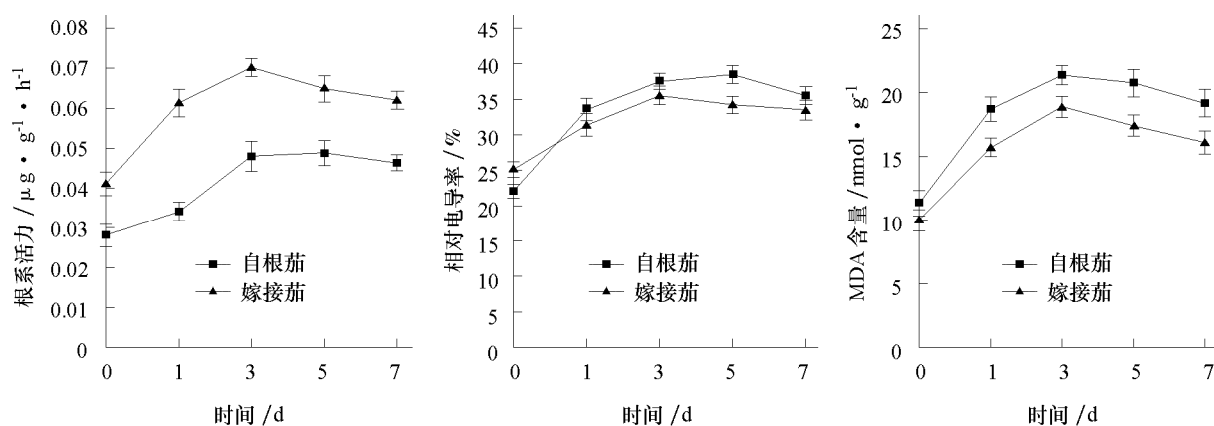


图2 嫁接对茄子施用百菌清后根系活力、电导率和丙二醛含量的影响

2.4 嫁接对茄子施用百菌清后抗氧化酶活性的影响

从图3可以看出,百菌清胁迫过程中嫁接茄和自根茄叶片的POD、CAT、PAL活性都表现出先升高后降低的趋势,嫁接茄POD和CAT活性的峰值以及PAL活性的峰值均出现在百菌清胁迫后3d,早于对照自根茄。且嫁接茄POD、CAT、PAL活性显著高于自根茄,较自根茄分

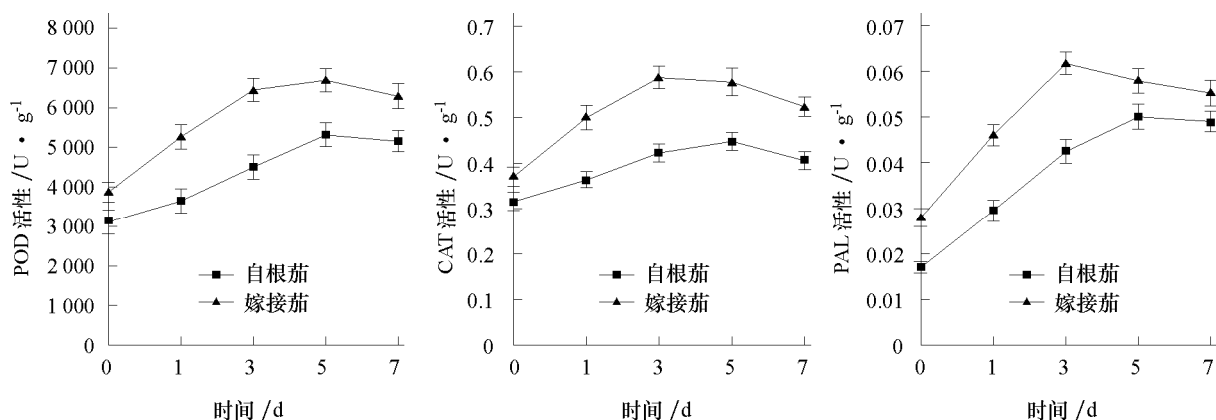


图3 嫁接对茄子施用百菌清后抗氧化酶活性的影响

别增加了 24.36% ~ 42.99%、17.09% ~ 39.15%、12.60% ~ 45.44%。表明嫁接茄有优于自根茄的抗逆性。

2.5 嫁接对茄子施用百菌清后脯氨酸含量的影响

从图4可以看出,随着施药后天数的推移,嫁接茄和自根茄叶片脯氨酸含量随百菌清胁迫时间的延长呈先迅速上升后急剧下降的变化趋势,但嫁接茄脯氨酸含量显著高于自根茄,比自根茄增加了 14.93% ~ 40.08%。

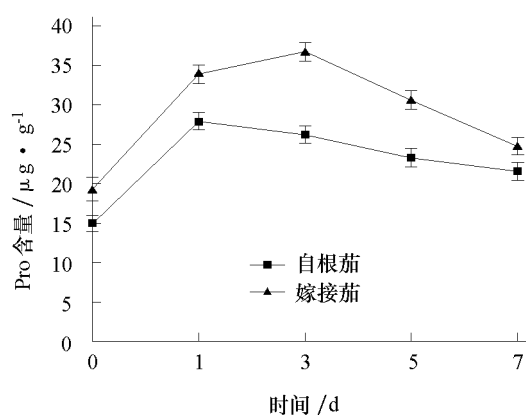


图4 嫁接对茄子施用百菌清后脯氨酸含量的影响

3 结论与讨论

本试验结果表明,在施用百菌清条件下,嫁接换根使茄子植株有较好的生长优势和较高的根系活力,增强了叶片保护酶活性和脯氨酸含量,降低了叶片相对电导率和MDA含量。因此,嫁接能缓解农药对茄子的伤害,减少茄子果实中的农药残留量。

在逆境胁迫条件下,植物通常提高一种或多种抗氧化酶的活性,这些酶活性水平的提高与植物对胁迫条件的忍受力密切相关(Allen, 1995; 刘慧英等, 2004; 高青海等, 2006; 周宝利等, 2010)。研究表明,嫁接可提高植物体内抗氧化酶活性(艾希珍等, 1999; 陈淑芳等, 2005)。嫁接茄子植株体内苯丙氨酸裂解酶(PAL)和过氧化物酶(POD)的活性明显提高,并保持较高的活性水平(周宝利等, 1998, 2000, 2011)。在百菌清胁迫条件下,嫁接茄的根系活力高于对照自根茄,这可能是植物适应农药胁迫的一种积极性反应。嫁接茄保持较高的根系活力,提高植株的渗透调节能力,增强根系的吸水吸肥能力,从而为植株提供抗农药胁迫的物质基础。农药胁迫后期嫁接茄叶片电导率值和MDA含量均有所下降,这可能是后期农药在嫁接茄和自根茄植株体内残留量的差异所造成的。本试验结果表明,百菌清胁迫处理诱导了茄子叶片抗氧化酶POD、CAT、PAL活性,且嫁接茄根系活力和叶片酶活性均比自根茄高。百菌清胁迫处理末期(药后7 d),各处理植株的POD、CAT和PAL活性均有所下降,但嫁接茄仍能保持较高的活性,说明此时植物体内的农药药效减弱,且嫁接茄的药效更弱。施用百菌清后,嫁接茄子果实农药残留量较少,与嫁接增强了植株长势,提高有关酶代谢活性有关,而砧木所合成的一些成分运输到地上部,对果实农药残留或分解可能带来影响,这还有待进一步研究。

脯氨酸是生物体氮代谢过程中产生的具有生物活性的次生代谢物质,在植物细胞适应胁迫处理的过程中起重要作用(Yoshihara et al., 1997)。本试验结果表明,百菌清胁迫下,嫁接茄和自根茄的脯氨酸含量均显著上升,但嫁接茄上升幅度显著高于自根茄,这可以为植株提供正常的细胞膨压和更多的能源物质,减轻农药的伤害,从而使嫁接茄表现出较低的农药残留量。

本试验结果表明,嫁接能显著提高茄子体内农药胁迫保护酶活性,降低百菌清在茄子果实中的残留量。因此嫁接可以作为解决农药环境污染和食品安全问题的有效措施。

参考文献

- 艾希珍,于贤昌,王绍辉. 1999. 低温胁迫下黄瓜嫁接苗与自根苗某些物质含量的变化. 植物生理学通讯, 35(1): 26-28.
- 陈贵林,高洪波,乜兰春,尚庆茂,刘中笑. 2002. 钙对茄子嫁接苗生长和抗冷性的影响. 植物营养与肥料学报, 8(4): 478-482.
- 陈建勋,王晓峰. 2002. 植物生理学实验指导. 广州:华南理工大学出版社: 120-121.
- 陈淑芳,朱月林,刘友良,李式军. 2005. NaCl胁迫对番茄嫁接苗保护酶活性、渗透调节物质含量及光合特性的影响. 园艺学报, 32(4): 609-613.
- 高梅秀,李树和,刘玉芹,孙世海,赵仁顺,芑凤梅,闫秀凤. 2001. 不同砧木对茄子抗病性、生理活性及产量的影响. 园艺学报, 28(5): 463-465.
- 高青海,吴燕,徐坤,高辉远. 2006. 茄子嫁接苗根系对低温环境胁迫的响应. 应用生态学报, 17(3): 390-394.
- 郝建军,刘延吉. 2001. 植物生理学实验技术. 沈阳:辽宁科学技术出版社: 162-166, 175-180.
- 刘芳芳,秦智伟,周秀艳. 2010. 低农药残留的黄瓜种质资源筛选. 东北农业大学学报, 41(7): 32-36.
- 刘慧英,朱祝军,吕国华. 2004. 低温胁迫对嫁接西瓜耐冷性和活性氧清除系统的影响. 应用生态学报, 15(4): 659-662.
- 李合生. 2002. 植物生理生化实验原理和技术. 北京:高等教育出版社: 141-142.
- 石延霞,关爱民,李宝聚. 2007. 瓜枝孢弱致病菌诱导黄瓜植保素的积累及抑菌活性. 园艺学报, 34(2): 361-365.
- 王慧蕾,唐小付,龙明华. 2008. 营养液低氧胁迫对网纹甜瓜嫁接苗逆境指标的影响. 中国蔬菜, (3): 26-29.
- 王敬文,薛应龙. 1981. 植物苯丙氨酸裂解酶的研究. 植物病理学报, 7(4): 373-378.

- 杨宇红, 刘俊平, 杨翠荣, 龚惠芝, 冯东昕, 谢丙炎. 2008. 无致病 *hrp*-突变体防治茄科蔬菜青枯病. 植物保护学报, 35 (5): 433-437.
- 赵世杰, 许长成, 邹琦, 孟庆伟. 1994. 植物组织中丙二醛测定方法的改进. 植物生理学通讯, 30 (3): 207-210.
- 周宝利, 林桂荣, 高艳新, 付亚文. 1998. 不同茄子砧木防病增产效果与 POD 同工酶关系. 北方园艺, (3): 14-15.
- 周宝利, 林桂荣, 高新艳, 付亚文. 2000. 嫁接茄子黄萎病抗性与苯丙烷类代谢的关系. 沈阳农业大学学报, 31 (1): 57-60.
- 周宝利, 吕娜, 王子哈, 叶雪凌. 2010. NaCl 胁迫下嫁接对茄子生长及抗性生理指标的影响. 中国蔬菜, (20): 42-46.
- 周宝利, 赵莹, 李兴宝, 陈志霞, 杜亮, 郑继东. 2011. 不同施氮条件下嫁接对茄子生长和氮代谢相关酶活性的影响. 中国蔬菜, (20): 45-50.
- Allen R D. 1995. Dissection of oxidative stress tolerance using transgenic plants. Plant Physiology, 107 (4): 1049-1054.
- Fang H, Xiang Y Q, Hao Y J, Chu X Q, Pan X D, Yu J Q, Yu Y L. 2008. Fungal degradation of chlorpyrifos by *Verticillium* sp. DSP in pure cultures and its use in bioremediation of contaminated soil and pakchoi. Int Biodeterior Biodegrad, 61 (4): 294-303.
- Jiang J D, Zhang R F, Li R, Gu J D, Li S P. 2007. Simultaneous biodegradation of methyl parathion and carbofuran by a genetically engineered microorganism constructed by mini-Tn5 transposon. Biodegradation, 18: 403-412.
- Lee J M. 1994. Cultivation of grafted vegetables. I. Current status, grafting methods, and benefits. Horticultural Science, 29: 235-239.
- Rouphael Y, Cardarelli M, Rea E, Colla G. 2008. Grafting of cucumber as a means to minimize copper toxicity. Environmental and Experimental Botany, 63 (1-3): 49-58.
- Ruiz J M, Rios J J, Rosales M A, Rivero R M, Romero L. 2006. Grafting between tobacco plants to enhance salinity tolerance. Journal of Plant Physiology, 163 (12): 1229-1237.
- Xia X J, Zhang Y, Wu J X, Wang J T, Zhou Y H, Shi K, Yu Y L, Yu J Q. 2009. Brassinosteroids promote metabolism of pesticides in cucumber. Agric Food Chem, 57 (18): 8406-8413.
- Yoshihara Y, Kiyosue T, Nakashima K, Yamaguchi-shinozaki K, Shinozaki K. 1997. Regulation of levels of proline as osmolyte in plants under water stress. Plant Cell Physiol, 38 (10): 1095-1102.

[http:// www. cnveg. org](http://www.cnveg.org) 或 <http:// www. cnveg. com. cn>

《中国蔬菜》 实现在线投稿和过刊浏览 网站全新开通

The screenshot displays the homepage of the China Vegetables journal website. The header features the journal's name in both Chinese and English, along with logos of the Chinese Academy of Agricultural Sciences and the Ministry of Agriculture. A navigation bar includes links for '首页' (Home), '本刊简介' (About This Journal), '编委会' (Editorial Board), '投稿指南' (Submission Guidelines), '期刊订阅' (Subscription), '联系我们' (Contact Us), 'English', and '中国蔬菜综合网' (China Vegetables Comprehensive Network). The main content area is divided into several sections: '读者会员登录' (Reader Member Login) with fields for username and password; '在线办公' (Online Office) with links for author login, article submission, and editing; '在线期刊' (Online Journal) with links for current issues, past issues, and article lists; and '当期目录' (Current Table of Contents) which lists the contents of the current issue, including article titles, authors, and download links for HTML, PDF, and other formats. A sidebar on the right contains '信息动态' (Information Dynamic) with news about the journal's development and '推荐文章' (Recommended Articles) with links to specific articles.

《中国蔬菜》学术论文下载 www.cnveg.org