

大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病的抑菌作用和防病效果

程智慧,宋 莉,孟焕文

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

【摘要】 【目的】探讨大蒜对黄瓜枯萎病(*Fusarium axysporum* (Schl.) f. sp. *Cucumerinum* Owen.)的抑菌效应和防病效果,为无公害、绿色和有机蔬菜生产中利用大蒜防病奠定基础。【方法】采用水匀浆法制备大蒜鳞茎粗提物,通过室内抑菌试验测定大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病菌的抑菌效应,于黄瓜苗期人工接种黄瓜枯萎病菌测试大蒜鳞茎粗提物的防病效果。【结果】大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病原菌丝生长和孢子萌发均有显著的抑杀效应,随着大蒜鳞茎粗提物质量浓度的增加,抑菌圈扩大,对病菌孢子萌发和菌丝生长的抑制作用增强;对孢子萌发的最低抑制质量浓度为0.312 5 mg/mL,质量浓度达到10 mg/mL时抑制率达到100%;对菌丝生长的最低抑制质量浓度为0.625 mg/mL,质量浓度达到20 mg/mL时抑制率达到90%以上。黄瓜苗期接种试验防病效果显著,随着大蒜鳞茎粗提物质量浓度的增加,防病效果增强,质量浓度达到100 mg/mL时,防病效果达65.5%~81.8%。【结论】大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病有显著的抑菌和防病作用。

【关键词】 大蒜鳞茎粗提物;黄瓜枯萎病;抑菌圈;抑菌率;病情指数;防病效果

【中图分类号】 S436.421.1⁺3

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2008)05-0113-06

Study on the effects of garlic bulb crude extracts on inhibition of *Fusarium axysporum* (Schl.) f. sp. *Cucumerinum* Owen. and disease control

CHENG Zhi-hui, SONG Li, MENG Huan-wen

(College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 The experiment was conducted to investigate the effects of garlic inhibition to pathogen and control to fusarium wilt (*Fusarium axysporum* (Schl.) f. sp. *Cucumerinum* Owen) in order to accumulate the basic data for the disease control by direct use of garlic in the production of safe, green and organic vegetables. 【Method】 Garlic bulb was ground with water in mortar and pestle to prepare the crude extracts. The inhibitive effects of garlic bulb crude extracts on pathogen were tested in lab dish and the disease control effects were tested on potted cucumber seedling with pathogen inoculated. 【Result】 Garlic bulb crude extracts had significant inhibitive effects on pathogen mycelia growth and spore germination. The mean diameter of pathogen inhibited circle and inhibitive effects on pathogen mycelia growth and spore germination increased with the rise of garlic extracts concentration. The lowest inhibitory concentration was 0.625 mg/mL to pathogen mycelia growth and 0.312 5 mg/mL to spore germination. The inhibitive rate to spore germination reached 100% when the concentration of garlic bulb extracts increased to 10

* 【收稿日期】 2007-05-31

【基金项目】 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD07B02);国家“十五”科技攻关计划项目(2004BA516A09)

【作者简介】 程智慧(1958-),男,陕西兴平人,教授,博士,博士生导师,主要从事蔬菜栽培生理生态研究。

E-mail: chengzh@nwsuaf.edu.cn

mg/mL and the inhibitive rate to mycelia growth reached 90% when the concentration of garlic bulb extracts increased to 20 mg/mL. In the experiment of fusarium wilt control on cucumber seedlings with pathogen inoculation, the results showed that the disease could be effectively controlled by garlic bulb crude extracts, and the controlling effects increased with the rise of garlic extracts concentration. The effect on disease control reached 65.5%—81.8% when garlic extracts concentration increased to 100 mg/mL. 【Conclusion】 Garlic bulb crude extracts had significant inhibitive effects on pathogen *Fusarium axysporum* (Schl.) f. sp. *Cucumerinum* Owen and significant prevention effects on the disease of fusarium wilt.

Key words: garlic bulb crude extract; cucumber fusarium wilt; pathogen inhibition cycle; inhibition rate to pathogen; disease index; effect on disease control

大蒜中含有的多种化合物可拮抗微生物。大蒜油中含有 29 种含硫化学物质, 其对 3 个念珠菌专化小种和 3 个芽孢杆菌专化小种都具有抑制活性^[1]。大蒜素可能是主要的抑菌活性物质, 也是新鲜大蒜的主要气味成分^[2-3]。大蒜挥发性物质和大蒜浸出液的体外试验表明, 其对多种人类致病真菌包括白色念珠菌有抑制和杀灭作用, 低浓度的大蒜提取物主要抑制真菌生长, 可使其迟缓期延长 32 h; 高浓度时则可完全杀死真菌^[4]。但是, 关于大蒜对植物病害的抑菌作用及其防病效果至今研究不多。

黄瓜(*Cucumis sativus* L.) 是我国的主要蔬菜作物之一, 黄瓜枯萎病是分布较广、危害较重、防治困难的典型土传病害, 致病菌为尖镰孢菌黄瓜专化型^[5], 其病原菌(*Fusarium axysporum* (Schl.) f. sp. *Cucumerinum* Owen.) 从根部侵染植株^[6]。本研究通过一系列的室内抑菌试验, 系统探讨了大蒜鳞茎粗提取物对黄瓜枯萎病的抑杀效应, 并进行了苗期人工接种防病试验, 以期为该病害的无害化控制及应用大蒜控制植物病害提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试大蒜(*Allium sativum* L.) 购于陕西杨凌, 为市售紫皮大蒜新鲜鳞茎。黄瓜枯萎病菌(*Fusarium axysporum* (Schl.) f. sp. *Cucumerinum* Owen.) 由西北农林科技大学资源环境学院土壤微生物课题组提供。病原菌培养采用马铃薯蔗糖琼脂培养基(PSA), 病原菌孢子的悬浮培养采用水琼胶培养基。盆栽防病试验以对黄瓜枯萎病抗病的品种长春密刺和感病品种津研 4 号为材料, 均由西北农林科技大学园艺学院黄瓜课题组提供。

1.2 研究方法

1.2.1 大蒜鳞茎粗提物的制备 选取新鲜大蒜鳞茎, 剥皮后去除茎盘, 准确称量 8.000 g 或 10.000 g

鳞茎, 加入 100 mL 无菌水研磨, 过滤除去滤渣, 滤液用无菌过滤器(微孔滤膜, 孔径 0.45 μm) 过滤, 配制成质量浓度为 80 mg/mL 或 100 mg/mL 的母液, 采用倍半稀释法^[7]逐步稀释成需要的质量浓度。

此过程所用器具均经高温高压灭菌, 并在无菌操作台上进行。

1.2.2 大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病菌抑菌效果的测定 采用滤纸片法^[8]测定。用打孔器打取直径 9 mm 的圆滤纸片, 灭菌, 置于配制好的不同质量浓度(0~20 mg/mL) 的大蒜鳞茎粗提物溶液中浸泡 30 min。取出滤纸片沥干, 放在事先涂布了病菌的平板 PSA 上, 每皿 2 个滤纸片, 每处理 3 皿。28 ℃ 黑暗培养, 3 d 后量取抑菌圈直径。

1.2.3 大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病菌菌丝生长抑制活性的测定 (1) 含大蒜鳞茎粗提物培养基的制备。将 PSA 培养基灭菌, 待稍凉后将不同质量浓度(0~40 mg/mL) 大蒜鳞茎粗提物与等体积的培养基混匀, 分别配制成含大蒜鳞茎粗提物 0, 0.156 25, 0.312 5, 0.625, 1.25, 2.5, 5, 10 和 20 mg/mL 的培养基, 倒平板。(2) 平板菌落制备。将活化好的病原菌用无菌水配制成 10⁴~10⁵ 个/mL 的菌悬液, 吸取一定量的菌悬液于 PSA 平板中, 用无菌玻璃刮铲刮平, 28 ℃ 下黑暗培养, 待菌落长满平板后使用。(3) 抑菌活性测定。采用生长速率法测定抑菌活性^[9]。用打孔器(Φ 7 mm) 从长满菌落的平板上打取菌片, 置于事先配制好的含不同质量浓度(0~20 mg/mL) 大蒜鳞茎粗提物的 PSA 平板中央, 每皿 1 片, 每处理 3 皿, 置于 28 ℃ 下黑暗培养, 3 d 后测量菌落扩展直径, 并计算抑菌率。

抑菌率/%=((对照皿菌落直径-处理皿菌落直径)/对照皿菌落直径)×100%。

1.2.4 大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病菌孢子萌发抑制效果的测定 采用悬滴法^[10]测定。将病原菌培养一段时间后, 使其产孢, 加入无菌水稀释到 40

倍物镜下每个视野 20 个孢子左右的菌悬液。分别吸取 50 μL 菌悬液,与 50 μL 不同质量浓度(0~20 mg/mL)的大蒜鳞茎粗提物混匀,在铺有滤纸的培养皿中放入载玻片,打孔器(Φ15 mm)打取水琼胶培养基置于载玻片上,每皿 2 片水琼胶培养基。吸取混合液 20 μL 于水琼胶培养基上,28 ℃ 黑暗培养 12 h 后,40 倍物镜下镜检病原菌孢子萌发情况,以孢子芽管的长度超过孢子直径的一半为已萌发孢子。计算孢子萌发率和孢子萌发抑制率。

孢子萌发率/%=(孢子萌发数 / 总孢子数)×100%;

孢子萌发抑制率/%=((对照孢子萌发数—处理孢子萌发数)/对照孢子萌发数)×100%。

1.2.5 大蒜鳞茎粗提物对黄瓜苗期枯萎病的防病效果 (1)接种液的制备。将保存于 PSA 斜面培养基上的黄瓜枯萎病菌,接种于盛有 100 mL PL 培养液^[1]的锥形瓶中,置 25 ℃摇床上以 150 r/min 培养 9 d。培养液经 2 层纱布过滤,滤液 4 000 r/min 离心 10 min,取上清液,加适量蒸馏水稀释后,用血球计数板测定孢子数,加水调至接种浓度为 10⁶ mL⁻¹,立即使用。(2)幼苗培养与接种处理。将黄瓜种子温烫浸种后,放入垫有 2 层滤纸的培养皿中,置于 28 ℃恒温培养箱中催芽。选胚根长度一致的种子,播种于经 121 ℃高压灭菌 2 h 的营养土中,每钵播种 2 粒,置 22~24 ℃温室中。出苗后控制室温白天在 25~28 ℃,夜间为 18 ℃左右。子叶出土时,每钵选留大小一致的苗 1 株。

结合室内抑菌试验结果,考虑到防治试验受环境影响较室内大,故提高大蒜提取液质量浓度进行

灌根处理,每品种重复 3 次,每处理 10 株苗。同时,单株根际灌根接种病原菌 5 mL/株,接种后保湿 24 h,20 d 后统计结果。黄瓜枯萎病发病程度分为 0~5 共 6 个级别:0 级为无病症;1 级为胚轴或子叶出现轻微病症,但生长正常;2 级为胚轴或子叶出现明显的坏死斑,或 1 片子叶黄化,影响生长;3 级为 2 片子叶黄化,或 1 片子叶枯死;4 级为 2 片子叶生长僵化,植株部分萎蔫或停止生长;5 级为整株萎蔫、倒伏或枯死。

病情指数/%=(∑(病情级别×该级病株数) / (5×调查总株数))×100%;

防病效果/%=((对照病情指数—处理病情指数)/对照病情指数)×100%。

试验所获数据采用 DPS 软件进行统计分析, Duncan 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病菌的抑菌效果 由表 1 可以看出,低质量浓度的大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病菌的抑制效果不明显,随着大蒜鳞茎粗提物质量浓度的提高,抑菌圈增大;当其质量浓度低于 1.25 mg/mL 时,抑菌圈直径与对照间无显著差异;当其质量浓度达 2.5 mg/mL 时,抑菌圈直径与对照间的差异达到极显著水平;当其质量浓度达 10 mg/mL 时,抑菌圈直径与质量浓度 2.5 mg/mL 间差异达极显著水平;当质量浓度达 20 mg/mL 时,抑菌圈直径仍有增大趋势,且与质量浓度 10 mg/mL 间差异达极显著水平。

表 1 不同质量浓度大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病的抑菌效果

Table 1 Inhibition circle of garlic bulb crude extracts on <i>Fusarium axysporum</i> (Schl.) f. sp. <i>Cucumerinum</i> Owen				
大蒜粗提物质量浓度/(mg·mL ⁻¹) Concentration of garlic extracts	抑菌圈直径/cm Diameter of pathogen inhibited circle			
	I	II	III	平均 Mean
20.000	0.5	0.6	0.6	0.57 a A
10.000	0.4	0.3	0.3	0.33 b B
5.000	0.2	0.2	0.2	0.20 c C
2.500	0.1	0.1	0.2	0.13 cd CD
1.250	0.0	0.1	0.1	0.07 de DE
0.625	0.0	0.0	0.0	0.00 e E
0(CK)	0.0	0.0	0.0	0.00 e E

注:表中同列数据后标不同小写和大写英文字母分别表示在 α=0.05 水平和 α=0.01 水平上有显著性差异。下表同。
Note: The different little letters and capital letters in each column show the significant difference at α=0.05 level and α=0.01 level respectively. The same in the following tables.

2.2 大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病菌菌丝生长的抑制活性 从表 2 可以看出,大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎

病菌丝生长有显著的抑制作用,并且随着大蒜鳞茎粗提物质量浓度的增加,抑制作用增强。低质量浓度大蒜提取液对菌丝生长的抑制作用不显著;当其

质量浓度达到 0.625 mg/mL 时,对菌丝生长的抑制率达到 18.7%,与对照差异达极显著水平;当其质量浓度分别达到 1.25,2.5,5,10 和 20 mg/mL 时,

对菌丝生长的抑制率分别达到 30.4%,53.5%,68.3%,81.3%和 92.6%。

表 2 不同质量浓度大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病菌菌丝生长的抑制活性

Table 2 Inhibitive effects of garlic bulb crude extracts on mycelial growth of *Fusarium axysporum* (Schl.) f. sp. *Cucumerinum* Owen

大蒜粗提物质量浓度/(mg·mL ⁻¹) Concentration of garlic extracts	菌落直径/cm Diameter of colony				抑菌率/% Inhibition rate
	I	Ⅱ	Ⅲ	平均 Mean	
20.000 00	0.2	0.3	0.0	0.17 g F	92.6
10.000 00	0.4	0.3	0.6	0.43 f EF	81.3
5.000 00	0.6	0.6	1.0	0.73 e E	68.3
2.500 00	0.9	1.1	1.2	1.07 d D	53.5
1.250 00	1.6	1.6	1.6	1.60 c C	30.4
0.625 00	1.9	1.9	1.8	1.87 b B	18.7
0.312 50	2.0	2.2	2.2	2.13 a AB	7.4
0.156 25	2.2	2.3	2.3	2.27 a A	1.3
0(CK)	2.3	2.3	2.4	2.30 a A	0.0

2.3 大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病菌孢子萌发的抑制效应

表 3 表明,随着大蒜鳞茎粗提物质量浓度的提高,对黄瓜枯萎病菌孢子萌发的抑制作用增强。与对照相比,当其质量浓度在 0.312 5 mg/mL 时,黄瓜枯萎病菌孢子萌发率显著降低,孢子萌发抑制率为 17.3%;当其质量浓度达 0.625 mg/mL 时,黄瓜枯萎病菌孢子萌发率极显著降低,孢子萌发抑制率

为 40.1%;当其质量浓度达 2.5 mg/mL 时,黄瓜枯萎病菌孢子萌发率又较质量浓度 0.625 mg/mL 的处理极显著降低,孢子萌发抑制率为 75.6%;当其质量浓度达 5 mg/mL 时,黄瓜枯萎病菌孢子萌发率又比质量浓度 2.5 mg/mL 处理极显著降低,孢子萌发抑制率为 95.7%;在其质量浓度为 10 mg/mL 时,对黄瓜枯萎病菌孢子萌发的抑制率达 100%,但与质量浓度 5 mg/mL 处理间差异不显著。

表 3 不同质量浓度大蒜鳞茎粗提物对黄瓜枯萎病菌孢子萌发的抑制效应

Table 3 Inhibitive effects of different concentration of garlic bulb crude extracts to spore germination of *Fusarium axysporum* (Schl.) f. sp. *Cucumerinum* Owen

大蒜粗提物质量浓度/(mg·mL ⁻¹) Concentration of garlic extracts	孢子平均萌发数 Mean number of germinated spores	萌发率/% Germination rate	萌发抑制率/% Inhibitive rate
10.000 0	0.0	0.0 e D	100.0
5.000 0	0.9	3.0 e D	95.7
2.500 0	5.2	17.2 d C	75.6
1.250 0	11.0	36.7 c B	47.9
0.625 0	12.7	42.2 c B	40.1
0.312 5	17.5	58.2 b A	17.3
0(CK)	21.1	70.3 a A	0.0

2.4 大蒜鳞茎粗提物对黄瓜苗期枯萎病的防病效果

大蒜鳞茎粗提物对长春密刺黄瓜枯萎病的防病效果见图 1。由图 1 可以看出,随着大蒜鳞茎粗提物质量浓度的提高,对枯萎病的防治效果增强,病情指数下降。当其质量浓度达到 5 mg/mL 时,防病效果显著增加,病情指数显著降低;质量浓度在 5~100 mg/mL 时,防病效果呈线性增加,病情指数呈线性下降;当质量浓度达到 100 mg/mL 时,防病效

果达 81.8%。

由图 2 可以看出,大蒜鳞茎粗提物对津研 4 号黄瓜枯萎病的防病效果随其质量浓度的变化趋势与长春密刺相同,在大蒜鳞茎粗提物质量浓度为 0~10 mg/mL 时,防病效果显著增加,病情指数显著降低;当其质量浓度在 10~50 mg/mL 时,防病效果增长较缓慢;当其质量浓度在 50~100 mg/mL 时,防病效果又显著增加;在其质量浓度达 100 mg/mL 时,防病效果达 65.5%。

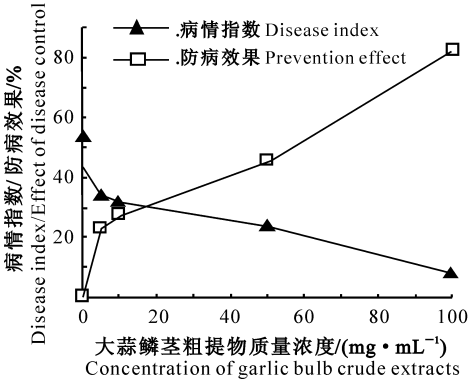


图 1 大蒜鳞茎粗提物对长春密刺黄瓜枯萎病的防病效果
Fig.1 Control effect of garlic bulb crude extracts on fusarium wilt in cucumber cv Changchun Mici

3 讨 论

大蒜含有多种硫化物和稀有元素,有极高的药理价值,在人类生活和医药上得到了广泛应用^[12]。近年来,大蒜对植物病虫害的作用越来越受到重视,先后有一些研究揭示了大蒜中的有效成分对真菌、细菌和植物病害具有抑杀效应^[13-14],如从秋葵、番茄和小麦根区土壤中分离的 18 种真菌,其生长均不同程度受大蒜提取液的抑制^[15];大蒜提取液明显抑制番茄早疫病病原菌(*Alternaria solani*)、礁丝菌核(*Rhizoctonis solani* 和 *Rhizoctonia bataticola*)和小菌核(*Sclerotium* sp.)的菌丝生长及孢子萌发,并对后 2 种病原菌侵染造成的病害,有良好的治疗和保护作用^[16-17];林辰壹、程智慧等^[18-19]报道,大蒜提取液对青霉、曲霉、根霉、木霉等 4 种食用菌竞争性杂菌和瓜类蔬菜病原菌具有抑制作用;马惠玲等^[20]研究不同蒜素制剂对果实病原菌的抑制作用,认为蒜素含量与抑制作用呈现一定的相关关系。本研究结果与前人结果一致,表明大蒜对黄瓜枯萎病原菌具有抑制作用。

在本研究黄瓜苗期接种防病试验中,应用 500 mg/mL 大蒜鳞茎粗提物灌根防病,结果发现,黄瓜幼苗在短时间内全部枯死,这可能是因为大蒜鳞茎粗提物质量浓度过大,对黄瓜根系造成了直接伤害。因此,在确定大蒜粗提物对植物病原菌的抑菌浓度和防病质量浓度时,应该考虑到寄主植物的忍耐范围。本试验中,用 100 mg/mL 的大蒜鳞茎粗提物处理,对 2 个黄瓜品种苗期枯萎病的防治效果显著,对长春密刺的防效达到 81.8%,对津研 4 号的防效达到 65.5%,并且均未出现对黄瓜幼苗的伤害现象。

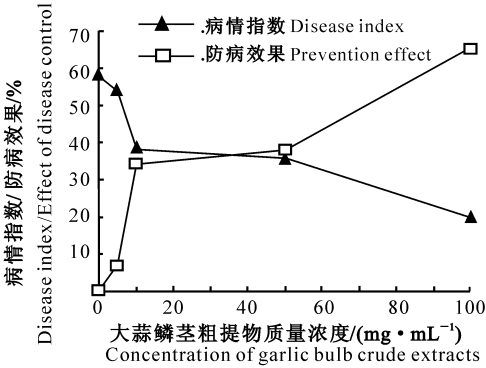


图 2 大蒜鳞茎粗提物对津研 4 号黄瓜枯萎病的防病效果
Fig.2 Control effect of garlic bulb crude extracts on fusarium wilt in cucumber cv Jingyan No 4

同质量浓度的提取物处理,对长春密刺品种的防效较津研 4 号品种好,可能是因为长春密刺本身为抗枯萎病的品种,其自身对病原菌有一定的抵抗能力。由于黄瓜枯萎病苗期抗病性与成株期抗病性具有一致性,所以本试验结果对应用大蒜提取物防治黄瓜枯萎病具有参考意义。

室内试验发现,大蒜鳞茎粗提物处理的黄瓜枯萎病菌菌丝与对照菌丝的生长显著不同,对照气生菌丝与基内菌丝均生长旺盛,且菌丝生长的轮廓为多边形;而处理的菌丝较少生长气生菌丝,高质量浓度的大蒜鳞茎粗提物处理则无气生菌丝生长,且菌丝的生长轮廓为圆形。推测大蒜中的有效成分可能影响了病原菌菌丝的形态,使其致病力下降,这还有待进一步研究。

目前,随着无公害、绿色和有机农产品生产的发展,病虫害无害化防治方法深受青睐,其中植物源杀菌剂的研究也越来越多。但关于大蒜对植物病害的抑杀效应研究依然较少,因此迫切需求探索大蒜对植物病害的作用,深入研究其利用技术。大蒜来源广泛,价格低廉,便于贮藏。本研究为将大蒜鳞茎加水研碎直接用于黄瓜枯萎病防治的无公害、简易防病技术奠定了基础。关于大蒜鳞茎粗提物田间防病技术有待进一步研究。

4 结 论

1)室内抑菌试验确定了大蒜鳞茎粗提物抑制黄瓜枯萎病菌丝生长的质量浓度为 0.625 ~ 20 mg/mL,最低有效质量浓度为 0.625 mg/mL;抑制病菌孢子萌发的质量浓度为 0.312 5 ~ 10 mg/mL,最低有效质量浓度为 0.312 5 mg/mL;随着大蒜鳞

茎粗提物质量浓度的提高,对病菌孢子萌发和菌丝生长的抑制作用增强;大蒜鳞茎粗提物质量浓度达到 10 mg/mL 时,对病菌孢子萌发的抑制率达到 100%;大蒜鳞茎粗提物质量浓度达到 20 mg/mL 时,对菌丝生长的抑制率达到 90% 以上。

2) 黄瓜苗期人工接种防病试验与室内抑菌试验结果一致,随着大蒜鳞茎粗提物质量浓度的增加,防病效果增强,对黄瓜抗病品种和感病品种的防病效果趋势一致。

[参考文献]

[1] Tsao S, Yin M. *In vitro* antimicrobial sulphides occurring naturally in garlic and Chinese leek oil [J]. Journal of Medical Microbiology, 2001, 50(7): 646-649.

[2] Mohammad S F. Characterization of a potent inhibitor of platelet aggregation and release reaction isolated from *Allium sativum* (garlic) [J]. Thromb Res, 1986, 44(6): 793-806.

[3] Barone F E, Tansey M R. Isolation, purification, synthesis, and kinetics of the anticandidal component of *Allium sativum* and hypothesis for its mode of action [J]. Mycologia, 1997, 69(4): 793-825.

[4] 于新蕊,丛月珠. 大蒜的化学成分及其药理作用研究进展[J]. 中草药, 1994, 25(3): 158-160.

Yu X R, Cong Y Z. Advances in research on chemical components and their pharmaceutical effects of garlic [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 1994, 25(3): 158-160.

[5] 吴凤芝,孟立君,文景芝. 黄瓜根系分泌物对枯萎病菌菌丝生长的影响 [J]. 中国蔬菜, 2002(5): 26-27.

Wu F Z, Meng L J, Wen J Z. Effects of cucumber root exudates on pathogen mycelia growth of fusarium wilt [J]. Chinese Vegetables, 2002(5): 26-27.

[6] 徐建华,利荣千,王建波. 黄瓜不同抗病品种感染镰刀菌枯萎病菌后几种酶活性的变化 [J]. 植物病理学报, 1995, 25(3): 239-242.

Xu J H, Li R Q, Wang J B. Some changes of enzyme activities from susceptible and resistant cucumber cultivars after inoculation with cucumber wilt fusarium [J]. Acta Phytopathologica Sinica, 1995, 25(3): 239-242.

[7] 马绪荣,苏德模. 药品微生物检测手册 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.

Ma X R, Su D M. Handbook for inspection of microorganism in medicine [M]. Beijing: Science Publishing Company, 2000.

[8] 王 玲,张富宝. 中药大黄提取色素的抑菌作用研究 [J]. 食品工业科技, 2000, 21(6): 27-28.

Wang L, Zhang F B. Study on bacteriostasis of pigment from *Radix et Rhizoma* [J]. Science and Technology of Food Industry, 2000, 21(6): 27-28.

[9] 吴文君. 植物化学保护实验技术导论 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1988: 123-157.

Wu W J. Introduction to experiment on plant chemical protection [M]. Xi'an: Shaanxi Sci-Tech Press, 1988: 123-157.

[10] 方中达. 植病研究方法 [M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 1998.

Fang Z D. Methodology of plant disease research [M]. 3rd edition. Beijing: China Agricultural Press, 1998.

[11] 李锡香,朱德蔚. 黄瓜种质资源描述规范和数据标准 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 92.

Li X S, Zhu D W. Descriptors and data stand for cucumber (*Cucumis sativus* L.) [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2005: 92.

[12] 宋卫国,李宝聚,刘开启. 大蒜化学成分及其抗菌活性机理研究进展 [J]. 园艺学报, 2004, 31(2): 263-268.

Song W G, Li B J, Liu K Q. Advances in research on chemical components in garlic (*Allium sativum*) and mechanism of their inhibitory reaction with pathogens in plants [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2004, 31(2): 263-268.

[13] 陆茂松,闵吉梅,王 夔. 大蒜有机硫化物的研究 [J]. 中草药, 2001, 32(10): 867-870.

Lu M S, Min J M, Wang K. Flavonoids isolated from pogostemon cablin [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2001, 32(10): 867-870.

[14] 陆茂松,闵吉梅,王 夔. 大蒜有机硫化物的研究(II) [J]. 中草药, 2002, 33(12): 1059-1061.

Lu M S, Min J M, Wang K. Studies on organosulfur compounds of *Allium sativum* II [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2002, 33(12): 1059-1061.

[15] Muhsin T M, Zubaidy A L S R, Ali E T. Effect of garlic bulb extract on the growth and enzymatic activities of rhizosphere and rhizoplane fungi [J]. Mycopathologia, 2001, 152(3): 143-146.

[16] Babu S, Seetharaman K. Fungitoxic properties of some plant extracts against *Alternaria solani*, the tomato leaf blight pathogen [J]. Journal of Ecotoxicology and Environmental Monitoring, 2000, 10(2): 157-159.

[17] Sindhan G S, Indra Hooda. Effect of some plant extracts on the vegetative growth of root rot causing fungi [J]. Journal of Mycology and Plant Pathology, 1999, 29(1): 110-111.

[18] 林辰壹,郑成锐,程智慧. 新疆吉木萨尔白皮蒜提取液对瓜类病原菌抑杀效应的研究 [J]. 新疆农业大学学报, 2002, 25(2): 53-56.

Lin C Y, Zheng C R, Cheng Z H. The inhibitory effects of garlic (*Allium sativum* L.) extract on pathogenic fungi of gourds [J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2002, 25(2): 53-56.

[19] 林辰壹,程智慧. 大蒜提取液对食用菌的作用 [J]. 广州微量元素科学, 1997, 24(4): 343-347.

Lin C Y, Cheng Z H. Effects garlic extracts on edible fungi [J]. Guangdong Trace Element Science, 1997, 24(4): 343-347.

[20] 马惠玲,弓 弼,漆录平,等. 不同蒜素制剂对果实病原菌抑菌能力的研究 [J]. 西北农业大学学报, 1998, 26(3): 81-85.

Ma H L, Gong B, Qi L P. Bactericidal effects of different alliin agents on fruit fungi [J]. Journal of Northwest Agricultural University, 1998, 26(3): 81-85.