

酸碱微环境对三种黄瓜主要真菌病原菌的影响

王 莉^{1,2}, 李宝聚^{1*}, 石延霞¹

(1. 中国农科院蔬菜花卉所, 北京 100081; 2. 沈阳农业大学植保学院植保系, 沈阳 100161)

摘要:以引起黄瓜灰霉病(*Botrytis cinerea*)、黑星病(*Cladosporium cucumerium*)、霜霉病(*Pseudoperonospora cubensis*)的 3 种真菌病害病原菌为代表,通过对病菌栖息微环境酸碱度的调节,达到控制病害的目的。研究看出,黄瓜的 3 种主要病害病原菌在 pH=3.4~10.4 间孢子萌发和致病力表现基本一致:偏酸性环境(pH=4.2~6.2)促进孢子萌发率和致病力增强而偏碱性环境(pH=7.5~10.4)则对其明显抑制;降低叶面微环境的酸度,大大减轻了病害的发生、扩展,特别是对黄瓜灰霉病菌的防治有明显效果。

关键词:微环境;酸碱度;黄瓜;真菌病原菌

The effect of acid-alkali in the microenvironment on three major fungal pathogens in cucumber

WANG Li^{1,2}, LI Bao-Ju¹, SHI Yan-Xia¹ (1. Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 2. Institute of Plant Protection, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(4): 808~813.

Abstract: The microecological theory was combined with the basic principles of plant pathology, three major pathogens: *Botrytis cucumber*, *Cladosporium cucumerium* and *Pseudoperonospora cubensis* of cucumber were studied in the paper. The pathogen populations could be changed effectively by regulating the acidity in the microecology, thus various pathogens were controlled in the same microecological system. The influence of buffer solutions of different pH 3.4~10.4 on plant, conidia or sporangia and the pathogenicity of these three cucumber pathogens were studied in this paper.

Plants treated with buffers of pH 3.4~10.4 showed no obvious abnormality, only those sprayed with buffer solution of pH 3.4, 3.8, 9.8 and 10.4 showed slight change of leaf color. The germination inhibition ratios of conidia or sporangia of the three pathogens were generally higher at pH 7.5~10.4 than that at pH 4.2~6.2. The germination ratio of *C. cucumerium* conidia was the highest at pH 6.2, and the lowest at pH 9.0 at 12h with the 87.83% inhibition to germination ratio. After 24h, the lowest germination ratio was observed at pH 8.0, the inhibition ratio was 67.33%. The highest germinative inhibition ratio 72.39% of *P. cubensis* sporangia was observed in solutions of pH9.0. Meanwhile, comparison of germination ratio of *C. cucumerium* and *P. cubensis* in 0.1mol/L KH_2PO_4 (pH $\approx$ 4.15), 0.1mol/L K_2HPO_4 (pH $\approx$ 9.50) gave consistent results. The pathogenicity and conidia or sporangia germination ratio of three pathogens in microenvironment changed in the same trend. Pathogenicity of the three pathogens at pH 4.2~6.2 was generally higher than that at pH 7.5~10.4, the highest at pH 4.2, 6.2, 5.0 respectively, and decreased obviously at pH $\geq$ 8.0. At pH 9.8, the disease spot caused by *B. cinerea* was the smallest, the pathogenicity of *B. cinerea* decreased significantly and the disease index was lower 71.41% than control. At pH 8.0 the patogenicity of *C. cucumerium* decreased and the disease index decreased 72.49%. Pathogenicity of *P. cubensis* and disease index of cucumber mildew decreased while the increase of microenvironmental acid-alkali. Comparison of conidia

基金项目:北京市自然科学基金重点资助项目(6001002);国家“十五”攻关资助项目(2001BA509B06)

收稿日期:2003-10-21; **修订日期:**2004-01-20

作者简介:王莉(1978~),女,陕西人,硕士生,主要从事植物病理学研究. E-mail: wli4286@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence. libj@mail.caas.net.cn

Foundation item: the Natural Science Foundation Key Project of Beijing(No. 6001002); the Natural “Tenth Five” year Plan Key Project of China (No. 2001BA509B06)

Received date: 2003-10-21; **Accepted date:** 2004-01-20

Biography: WANG Li, Master candidate, mainly engaged in plant pathology. E-mail: wli4286@163.com

germination ratio and pathogen pathogenicity in 0.1mol/L KH_2PO_4 ($\text{pH}\approx 4.15$)、0.1mol/L K_2HPO_4 ($\text{pH}\approx 9.50$) with those in buffer solutions of corresponding pH indicated that conidia germination was not influenced by the kinds of buffer solutions, but only by pH of the solutions. However, further field experiment still needs to be performed.

The experiments results showed that the spore germinating ratio was inhibited and primary infection site decreased by regulating the acid-alkali in the microenvironment and exposing the habitat of the microorganisms in alkali environment, the occurrence and spread of the disease were controlled effectively, by this way.

Acid-base balance directly influenced the health of the organisms around it. The results indicated that solubility of leaf proteins separated from the same plant differed in solutions of different pH. Meanwhile, the extraction ratio in alkaline solution was generally higher than in acidic solution. The pathogens parasitized on surface of cucumber didn't invade into it immediately but grew attaching on leaf surface for some time. This research is a good example for the application of acid-base balance and microecological balance theory in plant disease control, it presented a bright prospect of its application in plant disease control, especially in disease control of greenhouse vegetables.

Key words: microenvironment; acid-alkali; pathogen

文章编号:1000-0933(2005)04-0808-06 中图分类号:S143 文献标识码:A

在生产上,多种病原同时危害引起的病害比单一病原引起的病害更普遍,多种病原物共同作用引起的损失也要比这些病原物单独引起的损失大得多^[1],这些病害长期以来严重威胁农业生产。随着病原菌抗药性的逐渐增加,环境的污染,单一的化学杀菌剂已不能满足农业生产的要求,多种病害同时防治成为一个难题,尤其是真菌病害,目前的防治更是面临很大压力。微生态防治方法作为一种控制病害的新途径,渐渐为人们所重视,本研究应用微生态理论,从植物微生态平衡的角度入手,结合植物病理学的基本原理,以危害黄瓜生产的3种主要病害:黄瓜灰霉病、黑星病和霜霉病为代表,通过对微环境酸碱度的调控,从而有效地改变病原微生物的种群数量,达到在同一微生态体系中调节微环境防治多种病害的目的,本研究为开发新型的广谱、无毒、无污染环保型微生态“农药”提供了一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

1.1.1 植物材料 (1)供试植株为黄瓜感病品种“新泰密刺”,在装有蛭石和草炭(1:1)的营养钵中播种,20~35℃温室内培养,当长出1片真叶时待用。(2)供试植株为黄瓜感病品种“新泰密刺”,种子经0.1%升汞表面消毒,冲洗干净,于25℃恒温箱中催芽24h,然后播种于下垫两层纱布的小培养皿中,在25℃恒温箱中避光培养,种壳脱落后待用。

1.1.2 供试菌株 供试所用番茄灰霉病菌菌株(*Botrytis cinerea*)、黄瓜黑星病菌菌株(*Cladosporium cucumerium*)由中国农业科学院蔬菜花卉研究所植保室提供,于PDA斜面培养基上保存;黄瓜霜霉病菌菌株(*Pseudoperonospora cubensis*)是从中国农业科学院蔬菜花卉研究所大棚中的黄瓜霜霉病叶上获得,并鉴定均具有较强的致病性,接种于黄瓜苗活体保存。

1.1.3 供试试剂 分别用0.1mol/L KH_2PO_4 和 0.1mol/L K_2HPO_4 ;0.2mol/L KH_2PO_4 和 0.2mol/L K_2HPO_4 以及 0.2mol/L 甘氨酸和 0.2mol/L NaOH 配成 pH 值为 3.4、3.8、4.2、5.0、5.4、5.8、6.2、6.6、7.0、7.5、8.0、8.6、9.0、9.4、9.8 和 10.4 共 16 种缓冲液。

1.2 试验方法

1.2.1 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜植株的影响 分别用不同 pH 值的缓冲液喷雾于盆栽黄瓜植株上,每个处理 20 株苗,每 5d 重复 1 次,共处理 3 次,以清水喷雾为对照,处理后每天调查 1 次。

1.2.2 不同 pH 值的缓冲溶液对 3 种黄瓜病害病原菌孢子萌发的影响

(1)不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜灰霉病菌孢子萌发的影响 将产孢量大且致病力强的灰霉病菌菌株,转移至 PDA 平板上进行培养,待产生大量孢子,分别用不同 pH 值的缓冲溶液、0.1mol/L KH_2PO_4 和 0.1mol/L K_2HPO_4 将灰霉孢子洗下配成浓度为 4×10^5 个孢子/ml 的孢子悬浮液,并以蒸馏水配制孢子悬浮液作对照,用凹形载玻片法做孢子萌发试验,每处理 4 次重复,分别在 48h、72h 镜检孢子萌发情况,每处理随机查 10 个视野,计算出平均萌发率。

(2)不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜黑星病菌孢子萌发的影响 选取产孢量大且致病力较强的黑星菌株,转移至 PDA 平板上在室温下培养四天,待产生大量孢子,用不同 pH 值的缓冲溶液洗下培养皿内孢子配成浓度为 2×10^6 个孢子/ml 的孢子悬浮液,并以蒸馏水配制孢子悬浮液作对照,采用凹形玻片法每处理 4 次重复,分别在 12h、24h 镜检孢子萌发情况,每处理随机查 10 个视野,计算出平均萌发率。

(3)不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜霜霉病菌孢子萌发的影响 将保湿后产生大量霉层的霜霉病叶,用毛笔洗下霉层,用不

同 pH 值的缓冲溶液配制成 2×10^4 个孢子囊/ml 的悬浮液,以蒸馏水配制孢子悬浮液作对照,采用凹形玻片法每处理 4 次重复分别在 24h、72h 镜检孢子囊萌发与孢子萌发情况,每处理随机查 10 个视野,计算出平均萌发率。

1.2.3 不同 pH 的缓冲溶液对 3 种黄瓜病害的影响

(1)不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜灰霉病斑面积的影响 分别用不同 pH 值的缓冲液、0.1mol/L KH_2PO_4 和 0.1mol/L K_2HPO_4 喷雾于黄瓜第 1 片真叶上,以清水喷雾为对照,立即将在 PDA 上培养 3d 具有强致病力的灰霉菌落,从菌落边缘用打孔器打取 $d=4\text{mm}$ 的菌片接种于喷雾过试剂的叶片上,每个处理 30 株苗。接种后第 3 天调查发病情况^[2]。

(2)不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜黑星病情指数的影响 采用黄化子叶接种的方法^[3]:分别用不同 pH 值的缓冲液、0.1mol/L KH_2PO_4 和 0.1mol/L K_2HPO_4 喷雾于黑暗中培养 5d 的黄瓜黄化子叶上,以清水喷雾为对照,立即将培养的具有强致病力的黑星孢子配成浓度为 2×10^6 个孢子/ml 的孢子悬浮液,喷雾接种,每个处理 30 株苗,设 4 次重复。接种后第 4 天调查发病情况。

(3)不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜霜霉病情指数的影响 分别用不同 pH 值的缓冲液、0.1mol/L KH_2PO_4 和 0.1mol/L K_2HPO_4 喷雾于黄瓜第 1 片真叶上,以清水喷雾为对照,立即将保湿后产生大量霉层的霜霉病叶,用毛笔洗下霉层,用无离子水配制成 2×10^4 个孢子囊/ml 的悬浮液,喷雾接种于黄瓜第 1 片真叶上,以清水处理为对照,每个处理 30 株苗。发病情况 4d 调查 1 次,并记录^[4]。

1.2.4 计算方法

孢子(孢子囊)萌发率(%)=[视野中孢子(或孢子囊)萌发数/视野中孢子(或孢子囊)总数]×100%

孢子(孢子囊)萌发抑制率(%)=[对照孢子(孢子囊)萌发率(%)−处理孢子(孢子囊)萌发率(%)]/对照孢子(孢子囊)萌发率(%)

病情指数=Σ(各级发病数×各级代表值)/(调查总数×最高级代表值)^[5]

2 结果与分析

2.1 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜植株的影响

用不同 pH 值的缓冲溶液喷雾于黄瓜植株,仅 pH=3.4、3.8 与 pH=9.8、10.4 的缓冲液处理后的植株叶色比对照的叶色略浅,其它未发现植株生长有异常现象。

表 1 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜植株的影响
Table 1 The effect of different pH buffer treatment on the cucumber growth

处理后植株变化 Plant after treatments	pH 处理 pH treatments																	
	3.4	3.8	4.2	4.6	5.0	5.4	5.8	6.2	6.6	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.4	9.8	10.4	CK
叶色变化 Leaf color	++	+/-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+/-	+/-	-
株高变化 Plant height	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
其它变化 Others	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

“-”无异常现象 normality;“+/-”有零星异常 very slight abnormality;“+”有较轻异常 slight abnormality;“++”中等异常 middling abnormality;“+++”较重异常现象 scale abnormality;CK 不经缓冲液处理,用清水喷雾为对照 Control,no buffer treatment

2.2 不同 pH 值的缓冲溶液对 3 种黄瓜病害病原菌孢子萌发的影响

2.2.1 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜灰霉菌孢子萌发的影响 灰霉菌孢子在 pH 值 3.4~10.4 之间均能萌发;在 48h 和 72h 观察时结果基本一致:在 pH 4.2 时,萌发率最高,抑制率最小;在 pH 9.8 时,萌发率最小,抑制率最高。在 pH 4.2~6.2(偏酸性)环境下病菌孢子萌发率普遍高于 pH 7.5~10.4(偏碱性)条件的萌发率,pH 7.5~10.4 偏碱性环境对病菌孢子萌发抑制率明显高于 pH 4.2~6.2 偏酸环境下孢子萌发抑制率及对照;同时灰霉菌孢子在 0.1mol/L KH_2PO_4 (pH≈4.15)和 K_2HPO_4 (pH≈9.50)中在 48h 平均孢子萌发率分别为 49.83%、5.96%;在 72h 分别为 70.35%、9.07%,这与病菌孢子在对应 pH 缓冲溶液中的孢子萌发率测定结果一致,说明病菌孢子萌发情况与缓冲液配制所用盐无关,只与溶液 pH 值有关(表 2)。

2.2.2 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜黑星病菌孢子萌发的影响 黄瓜黑星病菌孢子在 pH=3.4~10.4 之间均能萌发,并且在 pH=4.2~6.2(偏酸性)环境下病菌孢子萌发率普遍高于 pH=7.5~10.4(偏碱性)条件的萌发率,pH=7.5~10.4 偏碱性环境对病菌孢子萌发抑制率明显高于 pH=4.2~6.2 偏酸环境下孢子萌发抑制率及对照。在 pH=6.2 时,孢子萌发率达到最大,这与前人^[6]报道的结果一致;在 12h 观察时 pH=9.0 的缓冲液中孢子萌发率最小,孢子萌发抑制率高达 87.83%;在 24h 观察时发现 pH=8.0 的缓冲液中孢子萌发率最小,孢子萌发抑制率达到 67.33%。在 24h 观察时发现 0.1mol/L KH_2PO_4 (pH≈4.15)和 0.1mol/L K_2HPO_4 (pH≈9.50)处理后孢子萌发率与表中趋势一致,分别为 41.37%和 38.26%(表 3)。

表 2 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜灰霉病菌孢子萌发的影响

Table 2 The effect of different pH buffer treatment on conidia germination of *B. cinerea*

处理 pH Treatments	萌发率(%) Germinating ratio 48h	抑制率(%) Inhibition ratio 48h	萌发率(%) Germinating ratio 72h	抑制率(%) Inhibition ratio 72h	pH 处理 Treatments	萌发率(%) Germinating ratio 48h	抑制率(%) Inhibition ratio 48h	萌发率(%) germinating ratio 72h	抑制率(%) Inhibition ratio 72h
3.4	11.15	88.90	21.65	24.13	7.0	23.10	11.70	27.30	4.55
3.8	28.80	—10.34	31.90	—11.69	7.5	21.50	17.80	26.70	6.37
4.2	46.05	—76.44	68.50	—139.85	8.0	10.30	60.60	16.70	41.60
4.6	43.35	—66.09	65.32	—128.71	8.5	8.32	68.10	11.70	59.20
5.0	27.46	—5.21	31.56	—10.35	9.0	6.32	75.80	9.21	67.80
5.4	26.79	—2.64	28.85	—0.87	9.4	6.04	76.90	9.14	68.00
5.8	26.54	—1.68	28.21	1.23	9.8	5.62	78.50	8.97	68.60
6.2	27.78	—6.44	28.65	—0.32	10.4	5.64	78.40	9.56	66.50
6.6	22.79	6.44	26.68	6.58	CK	26.10	—	28.60	—

CK 不经缓冲液处理,用清水喷雾为对照 Control,no buffer treatment,下同 the same below

表 3 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜黑星病菌孢子萌发的影响

Table 3 The effect of different pH buffer treatment on conidia germination of *C. cucumerium*

处理 pH Treatments	萌发率(%) Germinating ratio 12h	抑制率(%) Inhibition ratio 12h	萌发率(%) Germinating ratio 24h	抑制率(%) Inhibition ratio 24h	pH 处理 Treatments	萌发率(%) Germinating ratio 12h	抑制率(%) Inhibition ratio 12h	萌发率(%) germinating ratio 24h	抑制率(%) Inhibition ratio 24h
3.4	23.52	42.18	33.45	42.27	7.0	51.70	—27.14	67.60	—16.66
3.8	12.50	69.27	22.54	61.10	7.5	20.10	50.49	32.70	43.60
4.2	38.42	5.56	43.27	25.32	8.0	9.79	75.93	18.90	67.33
4.6	32.54	20.01	39.67	31.53	8.5	36.80	9.59	40.60	29.90
5.0	24.14	40.66	29.08	49.81	9.0	4.95	87.83	39.40	32.00
5.4	21.32	47.60	29.79	48.58	9.4	30.20	25.76	37.30	35.60
5.8	46.20	—13.57	50.43	12.96	9.8	24.80	39.13	30.20	47.80
6.2	69.30	—70.35	73.78	—27.34	10.4	10.30	74.71	19.70	65.90
6.6	44.56	—9.54	60.37	—4.19	CK	40.68	—	57.90	—

2.2.3 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜霜霉病菌孢子萌发的影响 黄瓜霜霉病菌孢子囊在 pH=3.4~10.4 之间均能萌发。pH ≥9.4 和 pH=3.4 黄瓜霜霉孢子囊在 24h 内不萌发;72h 后仅少数萌发;在 pH=4.2~6.2 偏酸性环境下,病菌孢子囊的萌发率普遍大于 pH=7.5~10.4 偏碱性条件的萌发率,pH=7.5~10.4 偏碱性环境对病菌孢子囊萌发抑制率明显高于 pH=4.2~6.2 偏酸环境下孢子囊萌发抑制率及对照。在 pH=5.0 时,孢子囊的萌发率达到最大;24h 观察在有萌发的孢子囊中 pH=9.0 的缓冲溶液对孢子囊的萌发抑制率达到最大,达到 72.11%(表 4)。

表 4 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜霜霉病菌孢子萌发的影响

Table 4 The effect of different pH buffer treatment on pathogenicity of *P. cubensis*

处理 pH Treatments	萌发率(%) Germinating ratio 24h	抑制率(%) Inhibition ratio 24h	萌发率(%) Germinating ratio 72h	抑制率(%) Inhibition ratio 72h	pH 处理 Treatments	萌发率(%) Germinating ratio 24h	抑制率(%) Inhibition ratio 24h	萌发率(%) germinating ratio 72h	抑制率(%) Inhibition ratio 72h
3.4	—	—	6.82	86.59	7.0	27.62	—2.98	48.97	3.68
3.8	3.54	86.80	12.91	74.61	7.5	23.43	12.64	44.78	11.92
4.2	14.32	46.61	24.53	51.75	8.0	19.64	26.77	34.83	31.49
4.6	24.14	9.92	42.32	16.73	8.6	13.47	49.78	24.67	51.48
5.0	34.72	—29.48	66.34	—30.59	9.0	7.48	72.11	20.19	60.29
5.4	31.55	—17.64	62.40	—22.80	9.4	—	—	15.43	69.65
5.8	30.64	—14.24	59.62	—17.27	9.8	—	—	16.32	67.90
6.2	29.42	—9.70	55.81	—9.78	10.4	—	—	16.34	67.86
6.6	28.63	—6.75	50.94	—1.97	CK	26.82	—	50.84	—

2.3 不同 pH 的缓冲溶液对 3 种黄瓜病害的影响

2.3.1 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜灰霉病斑面积*的影响 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜灰霉病斑面积的影响见图 1 所示。从图中可以看出灰霉病菌在 pH=3.4~10.4 之间均能引起病害的发生,并且病斑面积与叶面微环境酸碱度的变化密切相

* 因为灰霉病菌采取菌片接种方法,病斑面积更直接反应病情发展情况,因此本文在此用病斑面积表示

关,在偏酸性环境下,病菌的病斑面积普遍大于相同条件下 pH 偏碱性条件的病斑面积(CK 病斑面积=8.57cm²);在 pH=4.2 时,病斑面积最大,达到 16.87cm²,病斑面积比对照增加了 96.85%;在 pH=9.8 时,病斑面积为 2.45cm²,病斑面积比对照降低 71.41%。同时看出 KH₂PO₄(pH≈4.15)处理后平均病斑面积为 15.19cm²,病斑面积比对照增加 77.25%;K₂HPO₄(pH≈9.50)处理后平均病斑面积为 2.54cm²,病斑面积比对照降低 70.36%,与图中结果基本一致。说明叶面酸碱微环境显著影响病情的发展,在偏酸性条件下病菌病斑面积增大,病情加重;在偏碱性条件下病斑面积明显减小,病情减轻。

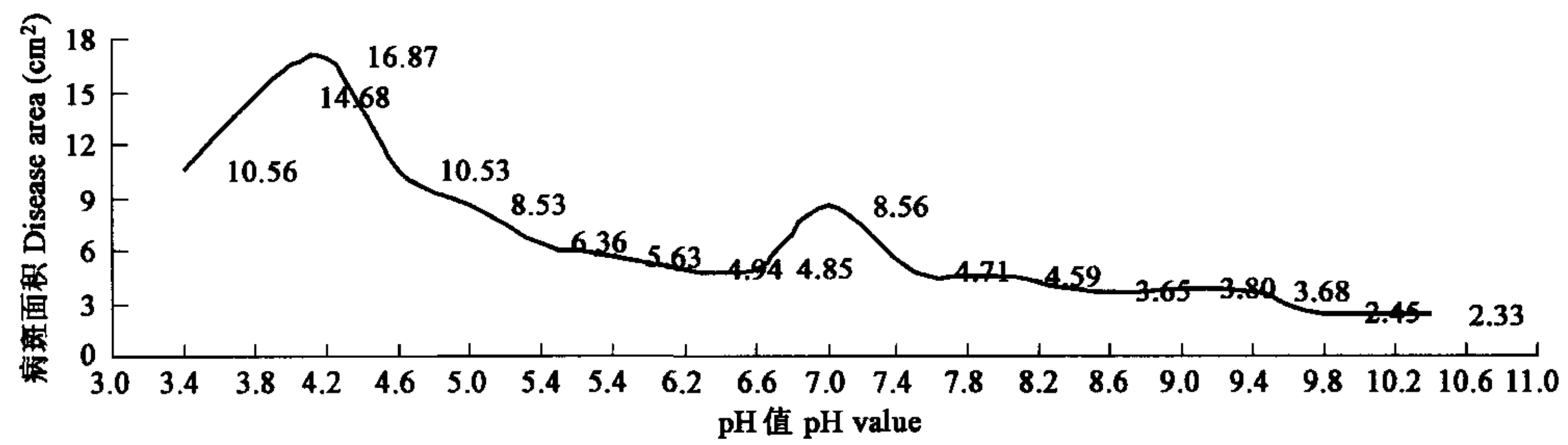


图 1 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜灰霉病斑面积的影响

Fig. 1 The effect of different pH buffer treatment on disease area of *B. cinerea*

2.3.2 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜黑星病情指数的影响 黄瓜黑星病菌在 pH=3.4~10.4 之间均能引起病害的发生,并且病情指数与叶面微环境酸碱度的变化密切相关,在偏酸性环境下,病害的病情指数普遍大于相同条件下 pH 偏碱性条件的病情指数(CK 病情指数为 62.60);在 pH=6.2 时,病情指数最大,达到 70.60,病情指数比对照增加了 12.78%;在 pH≥8.0 时,病情指数减小。pH=8.0 时,病情指数比对照降低 72.49%。用 0.1mol/L KH₂PO₄(pH≈4.15)处理后病情指数为 47.50,病情指数比对照降低 24.12%;0.1mol/L K₂HPO₄(pH≈9.50)处理后病情指数为 23.27,病情指数比对照降低 62.83%均与图中结果基本一致(图 2)。

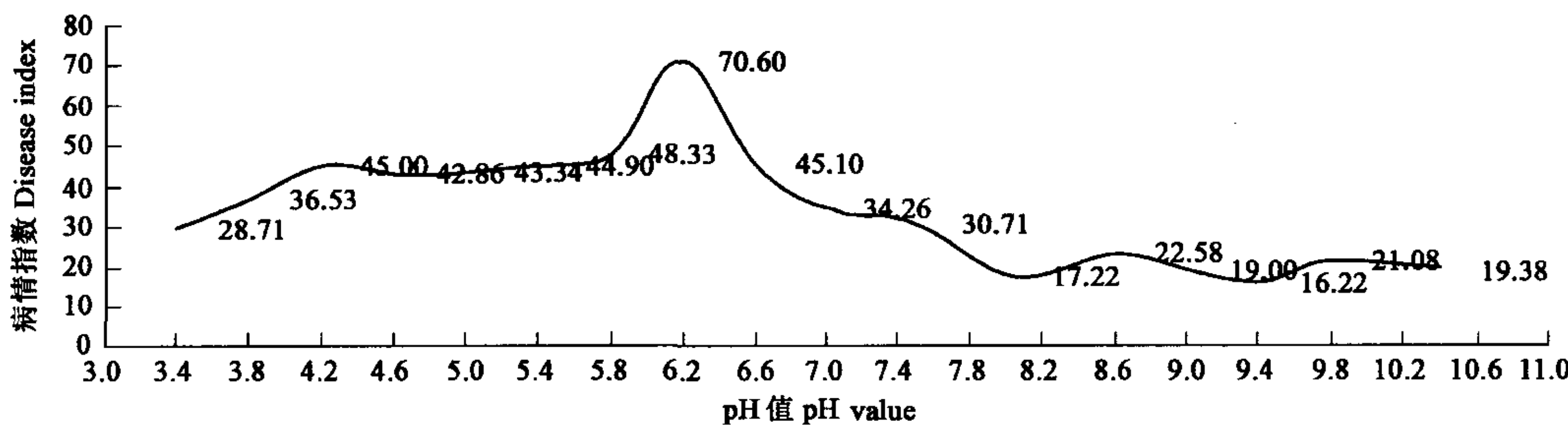


图 2 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜黑星病情指数的影响

Fig. 2 The effect of different pH buffer treatment on disease index of *C. cucumerium*

2.3.3 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜霜霉病情指数的影响 黄瓜霜霉病菌在 pH=3.4~10.4 之间均能引起病害的发生,并且病情指数与叶面微环境酸碱度的变化密切相关。在偏酸性环境下,病害的病情指数普遍大于相同条件下 pH 偏碱性条件的病情指数(CK 病情指数为 50.83);在 pH=5.0 时,病情指数最大,达到 57.49,病情指数比对照增加了 13.10%;随着 pH 增大,病情指数减小。在 pH=9.8 时,病情指数比对照降低为 60.18%(图 3)。

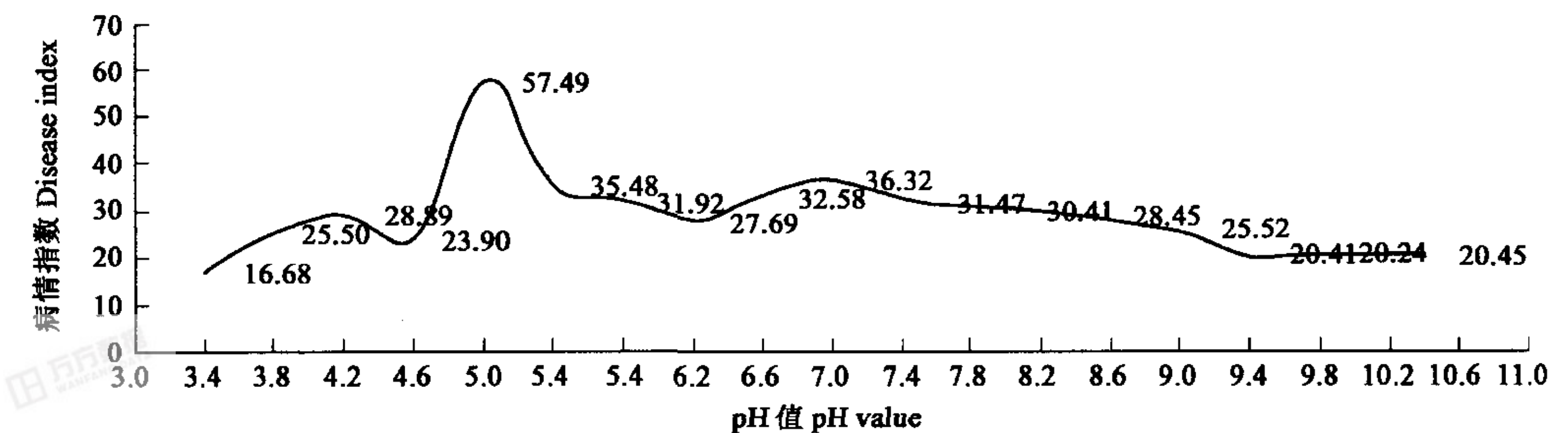


图 3 不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜霜霉病情指数的影响

Fig. 3 The effect of different pH buffer treatment on disease index of *P. cubensis*

3 结论与讨论

(1)通过不同 pH 值的缓冲溶液对黄瓜植株的影响的研究表明,在 $\text{pH}=3.4\sim 10.4$ 的缓冲液处理后的植株没有大的生长异常现象,仅 $\text{pH}=3.4, 3.8$ 与 $\text{pH}=9.8, 10.4$ 的缓冲液处理后的植株叶色略有变化。

(2)通过三种病菌孢子在 $0.1\text{M KH}_2\text{PO}_4$ ($\text{pH}\approx 4.15$)、 $0.1\text{M K}_2\text{HPO}_4$ ($\text{pH}\approx 9.50$)与在不同 pH 值缓冲液萌发情况比较中发现病菌孢子萌发情况与缓冲液配制所用盐无关,只与溶液 pH 值有关。

(3)通过不同 pH 值的缓冲溶液对 3 种黄瓜病害病原菌孢子萌发的影响的研究表明,3 种黄瓜主要病害的病菌孢子(孢子囊)在 $\text{pH}=7.5\sim 10.4$ (偏碱性)条件的萌发均受到抑制。

(4)通过不同 pH 缓冲溶液对 3 种黄瓜病害的影响的研究表明,3 种黄瓜主要病害的病情在 $\text{pH}=7.5\sim 10.4$ (偏碱性)条件下有不同程度的降低,其中 3 种病害均在 $\text{pH}\geq 8.0$ 的微环境下病情明显降低。

(5)在酸碱微环境中 3 种黄瓜主要病害病原菌孢子(孢子囊)萌发和病害变化基本一致,在偏碱性($\text{pH}=7.5\sim 10.4$)环境下孢子(孢子囊)萌发率普遍受到抑制,病害降低。

(6)从以上试验可以看出,调节微环境的酸碱度,使微生物栖息地微环境处于偏碱状态下,抑制病原菌孢子的萌发,减少初侵染点,可以有效地控制了病害的发生和扩展。

生物体内外微环境酸碱平衡直接影响到生物的健康。研究表明,同种植物叶蛋白在不同 pH 值中溶解性不同,碱性溶液中叶蛋白提取率普遍高于酸溶液中的提取率^[8];许多微生物生命活动中正常的生理生化反应与体内外微环境的 pH 值也有着密切联系^[9~11];通过对微生物定植叶面的湿度研究,发现水和叶面的夹角与叶表面 pH 值有一定的相关性^[12]。此外,病原菌在寄主表面并不立即侵入寄主组织,而是要先附着在寄主表面生长一段时间,然后再侵入寄主体内^[7]。这样,叶面微环境对于病原菌的侵入变得十分重要。目前酸碱平衡理论和微生态平衡理论在人类医学和兽医学上已得到广泛的应用,而在植物病害防治上却鲜为人知。就酸碱微环境对黄瓜上 3 种重要的真菌病原菌孢子萌发和致病力的影响进行了较为系统的研究,突破了以往植物病理学单一病害病菌生物学的研究,拓宽了前人仅在离体条件下对病原菌受酸碱等环境因子影响的研究。对多种病原菌同时进行了基础理论上的生物学研究,而且对其应用于活体寄主上的表现也给予了研究,是酸碱平衡理论、微生态平衡理论以及微生物生态应用研究在植物病害实际应用研究中的体现,为叶面病害的微生态控制提供一定的试验依据。

References:

- [1] Yu S F, Hu X Q, Wang Y. Plant disease complexes involving pathogenic nematodes. *Acta Phytopathologica Sinica*, 1999, **29**(1):1~7.
- [2] Tian S P. Effect of low temperature on mycelial growth and spore germ ination of *Botrytis cinerea* in vitro and on its infectivity to stored chicory. *Acta Phytopathologica Sinica*, 2001, **31**(1):56~62
- [3] Li B J, Li F Y, Miao Z Y, et al. A new method for indentificaton of resistance to scab in cucumber-etolated cothledon spray inoculation. *China vegetables*, 1997, **6**:4~6.
- [4] Liu W C, Li Z N, Zhang Y S, et al. Application and studies on flumorph fungicidal activity (I) greenhouse experiments part. *Pesticide*, 1999, **38**(4):10~13.
- [5] Li B J, Peng R, Peng X W, et al. The effect of high temperature regultion on the infection of *Pseudoperonspora cubensis*. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(11):1796~1801.
- [6] Schloser E. Role of saponins in antifungal resistance. *Pfldrandh*, 1975. 476~484.
- [7] Defago G and Kern H. Influence of nystatine, a polyene antibiotic, on the formation of complex-bound sterols and the formation of conidia by *Coprinus cinereus*. *Physiol. Plant Path.*, 1988, **22**:29~31.
- [8] Qiu Y X, Huang C G, Zhang Q G, et al. The effect of solvent, SDS and pH to the rate of plant leaf protein extration. *China food*, 1995, **16**:7~9.
- [9] Blank L M, Sauer U. TCA cycle activity in *Saccharomyces cerevisiae* is a function of the environmentally determined specific growth and glucose uptake rates. *Microbiology*, 2004, **150**(4):1085~93.
- [10] Karlsson D, Jakobsson N, Brink KJ, et al. Methodologies for model calibration to assist the design of a preparative ion-exchange step for antibody purification. *J. Chromatogr.*, 2004, **1033**(1):71~82.
- [11] El-Gibaly MH, El-Reweiny FM, Abdel-Nasser M, et al. Studies on phosphate-solubilizing bacteria in soil and rhizosphere of different plants 1. Occurrence of bacteria, acid producers, and phosphate dissolvers. *Zentralbl Bakteriold Parasitenkd Infektionskr Hyg.*, 1977, **132**(3):233~239.
- [12] Knoll D, Schreiber L. Influence of epiphytic micro-organisms on leaf wettability: wetting of the upper leaf surface of *Juglans regia* and of model surfaces in relation to colonization by micro-organisms. *New-Phytologist*, 1998, **140**(2):271~282.

参考文献:

- [1] 李宝聚,李风云,苗则彦,等.用黄化子叶喷雾接种法鉴定黄瓜黑星病抗性. *中国蔬菜*, 1997, **6**:4~6.
- [2] 邱业先,黄长干,张秋根,等.溶剂、SDS、pH 对植物叶蛋白提取率的影响. *中国饲料*, 1995, **16**:7~9.
- [3] 喻盛甫,胡先奇,王扬.包含病原线虫的植物复合侵染病害. *植物病理学报*, 1999, **29**(1):1~7.
- [4] 李宝聚,彭仁,彭霞薇,等.高温调控对黄瓜霜霉病菌侵染的影响. *生态学报*, 2001, **21**(11):1796~1801.