

三十種冬裡作田雜草之相剋潛勢(II) 對土壤植物病原菌之影響

袁秋英⁽¹⁾ 蔣慕琰⁽²⁾

Abstract

Yuan, C. I. and M. Y. Chiang. Allelopathic potential of common upland weeds on soil born plant pathogens. Weed Science Bulletin. 14(2): 93-102.

Aqueous extracts of 30 upland weeds were screened for activities on *Rhizoctonia solani*. For the extracts that showed activities, the extent of mycelial inhibition were concentration related. Of the weeds screened, *Ageratum houstonianum*, *Alopecurus aequalis*, *Erechtites valerianifolia* and *Cardamine parviflora* produced the strongest activities; the extracts of these four weeds further tested on *Pythium aphanidermatum*, *R. solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Phytophthora capsici* and *Fusarium* sp.. Mycelial growth of *P. aphanidermatum* was completely inhibited by extract, 10% (w/v), of *A. houstonianum* this extract was also most active on other 4 fungi tested. Aqueous extracts of *Alopecurus aequalis* var. *amurensis* at 10% (w/v) level resulted in more than 60% inhibition of mycelial of *R. solani* and *P. capsici*. Aqueous extracts of 30 weeds were tested for mutagenicity by Ames test using *Salmonella* spp; all results were negative.

key words: weeds, allelopathic potential, soil born pathogens

摘要：利用 *Rhizoctonia solai* 為材料，篩選三十種冬裡作田雜草不同濃度水溶萃取液對土壤微生物之活性。其中有活性之雜草者，當水溶萃取液濃度增加，其抑制活性亦增加。紫花霍香薊 (*Ageratum houstonianum*)、看麥娘 (*Alopecurus aequalis* var. *amurensis*)、昭和草 (*Erechtites valerianifolia*) 及小葉碎米薺 (*Cardamine parviflora*) 等四種活性較強之雜草，再進一步測試對猝倒病菌 (*Pythium aphanidermatum*)、立枯病菌 (*R. solani*)、白絹病菌 (

Sclerotium rolfsii)、疫病菌 (*Phytophthora capsici*) 及鐮刀病菌 (*Fusarium* sp.) 等五種土壤病菌之效果。紫花霍香薊10% (w/v) 水溶萃取液對五種病原菌生長的抑制最強，對猝倒病菌可達完全抑制之效果。看麥娘對立枯病菌和疫病菌菌絲生長的抑制可達60%。昭和草對猝倒病菌和立枯病菌菌絲生長之抑制率為70及47%。30種冬裡作田雜草水溶萃取液經沙門菌斑點測試，結果濾紙圓周皆未出現菌落環，顯示此等水溶萃取物質皆不具致變性。

關鍵字：雜草，相剋潛勢，土壤病原菌。

前 言

一般土壤中微生物受到植物體毒物質影響之主要途徑有兩種：一為植物體本身的毒物質，另一為植物殘質經分解後釋出之代謝物質，多種作物已陸續被證實具有相剋物質可避免某些微生物之為害⁽¹⁴⁾。Raspeberry葉片的單寧可避免毒素病的感染⁽¹⁴⁾。甘藍類 (*Brassica oleracea*) 蔬菜含有芥子油，可抗由 *Plasmodiophora brassicae* 感染之根腫病⁽⁹⁾。馬鈴薯由 *Streptomyces scabies* 感染 Scab 病害的品種，其抗性與塊莖內酚酸含量具顯著相關性，其中主要成份為 Chlorogenic acid⁽¹¹⁾。洋蔥抗 *Colletotrichum circinans* 菌品種，其鱗片內 Protocatechuic acid 和 Catechol 皆可抑制病原菌孢子萌芽和菌絲的生長⁽¹⁴⁾。水稻殘株於田土中，*Pseudomonas putida* 可分解植物有機質，使土壤中的毒物質：酚類化合物 (p-hydroxy benzoic acid 或 p-coumaric acid 顯著增加⁽¹⁵⁾)。紫蘇 (*Perilla frutescens*) 抑制5種真菌及3種細菌生長，其主要成份為 ketone(1-(3-furany)-4-methyl-1-pentanone)⁽¹⁰⁾。有關雜草對微生物生長影響之報告不多，蔡氏(1984)曾研究本省雜草與線蟲關係，結果顯示雜草之存在對根瘤線蟲族群消長，有維持平衡的作用。蕨類植物 (*Pteridium aquilinum*) 的水溶萃取液可強烈抑制 *Helminthosporium sativum*、*Rhizoctonia solani*、*Alternaria tenuis* 和 *Fusarium* sp. 之生長，但其甲醇或乙醇萃取液對某些真菌只有短暫的抑制效果⁽¹³⁾。本省有關植物產生相剋物質以避免病害發生之研究亦甚少，本試驗第一部份已測試本省冬裡作田主要雜草⁽⁶⁾對高等植物生長之相剋潛勢⁽⁴⁾，此試驗部份仍以30種雜草為對象，測試其水溶淋洗液對土壤微生物生長之影響，以探討這些雜草於栽種作物前耕犁於土壤中，其殘質之水溶性物質與作物根部病害之關連性。

材料與方法

1. 供試菌株來源

由臺灣省農業藥物毒物試驗所農藥應用系提供菜豆 (*Phaseolus vulgaris* L.) 之猝倒病菌菌株 (*Pythium aphanidermatum*)、番茄 (

Lycopersicon esculentum Mill) 之疫病菌株 (*Phytophthora capsici*)、薑 (*Zingiber officinale* Roscoe) 之立枯病菌菌株 (*Rhizoctonia solani*)、非洲菊 (*Gerbera jamesonii* Bolus) 之白絹病菌菌株 (*Sclerotium rolfsii*) 及豌豆 (

表一、三十種測試雜草之名稱簡表

Table 1. Thirty weed species investigated in this study.

科名	學名	中文名
Amaranthaceae(莧科)	<i>Alternanthera nodiflora</i> R.	節節花
	<i>Amaranthus viridis</i> L.	野莧
Caryophyllaceae(石竹科)	<i>Stellaria aquatica</i> L.	鵝兒腸
Chenopodiaceae(藜科)	<i>Chenopodium ficifolium</i> Smith	小葉灰藿
Compositae(菊科)	<i>Ageratum houstonianum</i> Mill	紫花霍香薊
	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	白花霍香薊
	<i>Bidens bipinnata</i> L.	鬼針
	<i>Eclipta prostrata</i> L.	鱧腸
	<i>Erechtites valerianaefolia</i> DC.	昭和草
	<i>Erigeron bonariensis</i> L.	野塘蒿
	<i>Gnaphalium affine</i> D.	鼠麴草
	<i>Gnaphalium purpureum</i> L.	鼠麴舅
	<i>Hemistepta lyrata</i> Bunge	泥胡菜
	<i>Soliva anthemifolia</i> R.	假吐金菊
Cruciferae(十字花科)	<i>Cardamine parviflora</i> L.	小葉碎米薺
	<i>Rorippa atrovirens</i> Ohwi & Hara	山芥菜
	<i>Rorippa cantoniensis</i> Ohwi	廣東葶藶
Cyperaceae(莎草科)	<i>Cyperus iria</i> L.	碎米莎草
Gramineae(禾本科)	<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i>	看麥娘
	<i>Digitaria adscendens</i> Henr.	升馬唐
	<i>Echinochloa colonum</i> L.	芒稷
	<i>Eleusine indica</i> L.	牛筋草
	<i>Leptochloa chinensis</i> L.	畔茅
	<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	毛穎雀稗
Polygonaceae(蓼科)	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	早苗蓼
	<i>Polygonum plebeium</i> R.	節花路蓼
Portulacaceae(馬齒莧科)	<i>Portulaca oleracea</i> L.	馬齒莧
Solanaceae(茄科)	<i>Physalis angulata</i> L.	苦蕒草
	<i>Solanum nigrum</i> L.	龍葵
Scrophulariaceae(玄參科)	<i>Mazus japonicus</i> Ktze	通泉草

Pisum sativum L.) 之鐮刀病菌菌株 (*Fusarium* sp.)。

2. 測試三十種冬裡作田雜草水溶萃取液對立枯病菌菌絲生長之影響

於1990年冬季，採集二期水稻後之休閒田中之常見雜草30種(表一)。選取已達開花成熟時期之植株，以清水沖洗去除殘留之土壤後，將樣品放置40°C烘箱處理24小時，再剪成0.5至1公分大小之碎片。於500毫升三角瓶中，加入剪碎樣品30公克及蒸餾水300毫升(10%, w/v)，浸泡24小時，再分別以紗布及濾紙(Whatman No.2)過濾。此濾液為水溶萃取液之原液，經稀釋為1、5% (w/v)液體，再加入等量的洋菜培養基(8%, PDA)，製備成30種雜草水溶萃取液(0.5、2.5、5%, w/v)的固體培養基，對照組為不含雜草水溶萃取液的培養基(4%, PDA)。將立枯病菌(*Rhizoctonia solani*)的菌塊接於培養基上，放置於24°C生長箱培養，處理後每24小時記錄紋枯病菌菌絲的直徑變化。

3. 沙門菌回復突變測試雜草水溶萃取液之致變性

本試驗部份引用沙門菌回復突變測試法(*Salmonella/microsome reversion assay*)⁽⁷⁾，將含沙門菌(*Salmonella typhimarium*) TA98或TA100之二菌系的軟性瓊脂，分別加於固體最低營養需求培養基(Minimal glucose agar plates)上方，待培養基凝固後，於其中央放置一消毒之濾紙圓片，再於其上滴加20 μ l雜草水溶萃取液(10%, w/v)，放置於37°C恆溫箱培養48小時，記錄濾紙周圍是否出現菌落形成之環帶。

4. 測試五種雜草水溶萃取液對五種土壤病原菌生長之影響

根據對立枯菌活性之測試，由30種雜草選出紫花霍香薊(*Ageratum houstonianum*)、看麥娘(*Alopecurus aequalis* var. *amurensis*)、小葉灰藿(*Chenopodium ficifolium*)、昭和草(*Erechtites valerianifolia*)和小葉碎米薺(*Cardamine parviflora*)等五種雜草，行土壤病原菌之測試。以其水溶萃取液(10%, w/v)的固體培養基，將猝倒病菌(*Pythium aphanidermatum*)、疫病菌(*Phytophthora capsici*)、立枯病菌(*Rhizoctonia solani*)、白絹病菌(*Sclerotium rolfsii*)及鐮刀病菌(*Fusarium* sp.)的菌塊接於培養基上，放置於24°C生長箱培養，處理後每24小時記錄病菌菌絲群的直徑。對照組為不含雜草水溶萃取液的培養基(4%, PDA)。

結 果

1. 三十種冬裡作田雜草水溶萃取液對立枯病菌菌絲生長之影響

三十種冬裡作田雜草水溶萃取液對立枯病菌菌絲生長的抑制列於表二。紫花霍香薷10% (w/v)水溶萃取液對立枯病菌菌絲生長的抑制率為72%，為抑制活性最強之雜草，其次為看麥娘與小葉碎米薺處理者，對立枯病菌生長的抑制率分別為61、43%。昭和草、畔茅、牛筋草、山芥菜、碎米莎草、野萵與馬齒

表二、三十種冬裡作田雜草水溶萃取液對立枯病菌菌絲生長之影響

Table 2. Effect of aqueous extract of thirty weed residues on mycelium growth of *Rhizoctonia solani*.

雜草種類 (Weed species)	菌絲生長抑制率(Inhibition of mycelium)		
	1(a)	5	10
%		
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	白花霍香薷 0.0±0.0	5.0±2.8	0.3±0.6
<i>Ageratum houstonianum</i> Mill	紫花霍香薷 0.0±0.0	24.6±5.3	72.3±2.4
<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i>	看麥娘 2.3±1.2	32.2±2.5	61.3±3.6
<i>Alternanthera nodiflora</i> R.	節節花 0.0±0.0	0.3±1.2	14.2±8.9
<i>Amaranthus viridis</i> L.	野莧 0.4±0.6	1.5±0.8	25.0±6.0
<i>Bidens bipinnata</i> L.	鬼針 0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Cardamine parviflora</i> L.	小葉碎米薺 2.2±1.8	13.8±2.6	43.4±2.2
<i>Chenopodium ficifolium</i> Smith	小葉灰藿 0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Cyperus iria</i> L.	碎米莎草 1.6±0.7	10.0±3.3	26.7±7.2
<i>Digitaria adscendens</i> Henr.	升馬唐 1.5±0.4	6.2±2.9	18.1±6.8
<i>Echinochloa colonum</i> L.	芒稷 0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Eclipta prostrata</i> L.	鱧腸 0.3±0.2	3.7±1.5	9.8±4.3
<i>Eleusineindica</i> L.	牛筋草 0.0±0.0	8.3±1.5	28.9±6.1
<i>Erechtites valerianaefolia</i> DC.	昭和草 0.5±0.4	18.4±2.2	30.1±4.9
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	野塘蒿 0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Gnaphalium affine</i> D.	鼠麴草 0.0±0.0	0.0±0.0	8.1±5.9
<i>Gnaphalium purpureum</i> L.	鼠麴舅 0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Hemistepta lyrata</i> Bunge	泥胡菜 0.0±0.0	0.3±0.3	5.0±5.3
<i>Leptochloa chinensis</i> L.	呷茅 0.0±0.0	0.0±0.0	30.1±5.0
<i>Mazus japonicus</i> Ktze	通泉草 0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	毛穎雀稗 0.0±0.0	0.6±0.2	16.6±5.2
<i>Physalis angulata</i> L.	苦蕒草 0.0±0.0	0.5±0.2	5.6±5.5
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	早苗蓼 0.0±0.0	0.0±0.0	16.0±3.2
<i>Polygonum plebeium</i> R.	節花路蓼 0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Portulaca oleracea</i> L.	馬齒莧 0.8±0.4	4.7±0.5	20.9±8.3
<i>Rorippa atrovirens</i> Ohwi & Hara	山芥菜 0.2±0.2	4.4±0.8	26.7±1.5
<i>Roippa cantoniensis</i> Ohwi	廣東葶藶 0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Solanum nigrum</i> L.	龍葵 0.0±0.0	0.9±0.5	8.4±6.5
<i>Soliva anthemifolia</i> R.	假吐金菊 0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
<i>Stellaria aquatica</i> L.	鵝兒腸 -13.0±0.5	0.0±0.0	0.0±0.0

(a)、測試水溶萃取液之濃度：分代表 1、5、10% w/v

Concentration of aqueous extract expressed in weight by volume basis (% w/v)

莧水溶萃取液，對於立枯病菌生長之抑制介於20—30%之間。假吐金菊、節花路蓼、芒稷、鬼針、小葉灰藿、廣東藤、通泉草、鼠麴舅、野塘蒿等雜草水溶萃取液在三測試濃度下，對於立枯病菌的生長均無影響。低濃度1% (w/v) 鵝兒腸水溶萃取液，是唯一呈現立枯病菌菌絲生長促進之處理。

2. 沙門菌回復突變測試雜草水溶萃取液之致變性

三十種雜草水溶萃取液經沙門菌斑點測試，結果所有處理之濾紙周圍皆無菌落形成之環帶。

3. 五種雜草水溶萃取液對五種土壤病原菌生長之影響

五種雜草水溶萃取液，對五種土壤病原菌菌絲生長之影響以紫花霍香薊的抑制率最高（表三），對白絹病菌、疫病菌與猝倒病菌生長的抑制率分別為53、82與100%。其次為看麥娘和昭和草，前者對立枯病菌

表三、五種雜草水溶萃取液對五種土壤病原菌生長之影響

Table 3. Effect of aqueous extract of five weed residues on the growth of five soil pathogen.

雜草種類 weed Species	菌絲生長抑制率(Inhibition of mycelium)				
	猝倒病菌 <i>Phythium</i> <i>aphanidermatum</i>	立枯病菌 <i>Rhizoctonia</i> <i>solani</i>	白絹病菌 <i>Sclerotium</i> <i>rolfsii</i>	鐮刀病菌 <i>Fusarium</i> sp.	疫病菌 <i>Phytophthora</i> <i>capsici</i>
	----- % -----				
紫花霍香薊 <i>Ageratum</i> <i>houstonianum</i>	100.0a	70.1c	53.2d	29.4e	82.2b
看麥娘 <i>Alopecurus</i> <i>aequalis</i>	6.1c	61.3a	1.8e	2.8d	60.6b
昭和草 <i>Erechtites</i> <i>valerianaefolia</i>	70.0a	47.3b	0.0e	4.0c	1.9d
小葉碎米薺 <i>Cardamine</i> <i>parviflora</i>	7.3c	34.4a	30.7b	0.0e	0.4d
小葉灰藿 <i>Chenopodium</i> <i>ficifolium</i>	0.0d	2.2c	4.0b	6.6a	2.0bc

* Figures of a row followed by the same letter did not significantly differ at the 5% level as determined by Duncan's multiple range test.

表四、三十種冬裡作田雜草水溶萃液(10%, w/v)之酸鹼值

Table 4. The pH of aqueous extract of weed residues (10%, w/v).

雜草種類 (Weed species)		pH value
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	白花霍香薊	6.0
<i>Ageratum houstonianum</i> Mill	紫花霍香薊	6.2
<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i>	看麥娘	5.5
<i>Alternanthera nodiflora</i> R.	節節花	6.2
<i>Amaranthus viridis</i> L.	野苋	6.4
<i>Bidens bipinnata</i> L.	鬼針	6.4
<i>Cardamine parviflora</i> L.	小葉碎米薺	5.2
<i>Chenopodium ficifolium</i> Smith	小葉灰藿	7.0
<i>Cyperus iria</i> L.	碎米莎草	5.8
<i>Digitaria adscendens</i> Henr.	升馬唐	4.8
<i>Echinochloa colonum</i> L.	芒稷	5.6
<i>Eclipta prostrata</i> L.	鱧腸	5.6
<i>Eleusine indica</i> L.	牛筋草	5.9
<i>Erechtites valerianaefolia</i> DC.	昭和草	6.2
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	野塘蒿	5.2
<i>Gnaphalium affine</i> D.	鼠麴草	5.4
<i>Gnaphalium purpureum</i> L.	鼠麴舅	5.9
<i>Hemistepts lyrata</i> Bunge	泥胡菜	5.6
<i>Leptochloa chinensis</i> L.	畔茅	5.6
<i>Mazus japonicus</i> Ktze	通泉草	5.4
<i>Paspalum conjugatum</i> Berg.	毛穎雀稗	5.6
<i>Physalis angulata</i> L.	苦蕒草	5.9
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	早苗蓼	5.4
<i>Polygonum plebeium</i> R.	節花路蓼	5.3
<i>Portulaca oleracea</i> L.	馬齒莧	5.7
<i>Rorippa atrovirens</i> Ohwi & Hara	山芥菜	6.0
<i>Rorippa cantoniensis</i> Ohwi	廣東葶藶	6.0
<i>Solanum nigrum</i> L.	龍葵	6.4
<i>Soliva anthemifolia</i> R.	假吐金菊	5.7
<i>Stellaria aquatica</i> L.	鵝兒腸	4.1

和疫病菌菌絲生長的抑制為61%，後者對猝倒病菌、立枯病菌菌絲生長的抑制率為70、47%。小葉碎米薺處理者對白絹病菌、立枯病菌具31、34%之抑制效果，小葉灰藨水溶萃取液對五種土壤病原菌皆無顯著之抑制作用。

討 論

本試驗結果顯示，30種測試雜草中有20種植物之水溶萃取液10%(w/v)對立枯病菌菌絲生長具抑制現象。一般而言，測試之雜草水溶萃取液濃度愈高，對立枯病菌菌絲生長的抑制愈強。30種冬裡作田雜草，以紫花霍香薊、看麥娘、小葉碎米薺、昭和草及畔茅水溶萃取液對立枯病菌生長的抑制最強，其次為牛筋草、山芥菜、碎米莎草、野苧和馬齒莧。所有測試處理在菌絲開始生長後24小時所呈現之抑制程度最明顯，伴隨培養時間之增長，而抑制率略減5-30%（依測試植物而異）。假吐金菊、節花路蓼、芒稷、鬼針、小葉灰藨、廣東葶藶、通泉草、鼠麴舅和野塘蒿等雜草水溶萃取液對立枯病菌的抑制率由初期之5-15%降為無抑制現象。鵝兒腸水溶萃取液為唯一可促進立枯病菌菌絲生長者，其原因不明。經沙門菌斑點測試，結果顯示此30種雜草之水溶性物質皆不具致變性。進一步測試紫花霍香薊、看麥娘、小葉碎米薺、昭和草和小葉灰藨對5種病原菌生長之影響，結果顯示雜草水溶萃取液，對真菌之抑制效果有相當程度之差異。其中仍以紫花霍香薊水溶萃取液對5種真菌菌絲生長的抑制最強，可完全殺死猝倒病菌。看麥娘對於立枯病菌、疫病菌；昭和草對於猝倒病菌、立枯病菌以及小葉碎米薺對於白絹病菌、立枯病菌皆具顯著之抑制現象，小葉灰藨水溶萃取液對5種病原菌皆無顯著之抑制作用。5種病原菌以鐮刀病菌的生長最不易受此等雜草水溶萃取液之影響。試驗中30種雜草高濃度10%(w/v)水溶萃取液之酸鹼值介於4.1-7.0之間(表四)，此範圍內之酸鹼度仍適於一般土壤真菌之生長^(1,2,3,12)。因此30種雜草水溶萃取液並不因其酸鹼值而影響測試對象真菌之生長。至於雜草植體中可抑制微生物生長的毒物質為何種化合物？以及具相剋強勢的雜草耕犁於田土，對避免或防治作物根部病害之實際效用，仍有待進一步測試。

謝 辭

本文承蒙本所農藥應用系楊秀珠博士、郭克忠先生提供土壤病菌菌株，及游碧堉小姐提供之沙門菌菌株材料，特致謝忱。

引用文獻

1. 林益昇。1991。豌豆萎凋病之發生與防治。植保會刊。33:36-44。
2. 杜金池、謝廷芳、蔡武雄。1991。溫溼度及添加物對百合白絹病之影響。植保會刊。33:80-94。
3. 安寶貞、柯文雄、高清文。1991。臺灣土傳性疫病之防治及抑病土壤。植保會刊。33:142-147。
4. 袁秋英、蔣慕琰。1992。三十種冬裡作田雜草之相剋潛勢(I)對高等植物之影響。中華民國雜草學會會刊。13(1):9-20。
5. 蔡東纂、林奕耀。1984。臺灣農地雜草根瘤線蟲之研究。中華民國雜草學會會刊。5(2):59-70。
6. 蔣慕琰、蔣永正。1983。臺灣旱田雜草之種類、生態及為害、中華民國雜草學會會刊、4:30-41。
7. Ames, B.N., J. McCann, and E. Yamasaki. 1975. Method for detecting carcinogens and mutagens with the *Salmonella*/mammalian-microsome mutagenicity test. *Mutation Res.* 31:347-364.
8. Bell, A. A. 1977. Plant pathology as influenced by allelopathy. In "Report of the Research Planning Conference on the Role of Secondary Compounds in Plant Interactions (Allelopathy)" (C. G. Mcwhorter, A. C. Thompson, and E. W. Hauser, eds.), pp.64-99. USDA, Agricultural Research Service, Tifton, Georgia.
9. Evenari, M. 1949. Germination inhibitors. *Bot. Rev.* 15:153-194.
10. Komai, K., M. Hamada, J. Iwamura and T. Shindo. 1989. Allelopathic substances in egoma, *Perilla frutescens* var. *Japonica*. *Memoirs-of-the-Faculty-of-Agriculture-of-Kinki-University.* 22:23 -29.
11. Kuc, J., R. E. Henze, A. J. Ulstrup and F. W. Quackenbush. 1956. Chlorogenic and caffeic acids as fungistatic agents produced by potatoes in response to inoculation with *Helminthosporium carbonum*. *J. Am. Chem. Soc.* 78:3123-3125.
12. Lumsden, R. D., W. A. Ayers and R.L. Dow. 1975. Differential isolation of *Phythium* species from soil by means of selective medium, temperature, and pH. *Can. J. Microbiol.* 21:606-612。
13. Nava, R. V., L. E. Fernandez and R. S. Delamo. 1987. Allelopathic effects of green fronds of *Pteridium aquilium* on cultivated plants, weeds, phytopathogenic fungi and bacteria. *Agri. Eco. and Env.* 18(4):357-379.
14. Rice, E. L. 1984. *Allelopathy*. 2nd ed. Academic press, New York.

15. Wu, M. M. H., C. L. Lin, C. C. Chao, S. W. Shieh and M. S. Lin. 1976. Microbiological and biochemical studies on the causes of low yielding in the second crop of rice. *J. Agr. Assoc. of China, New Series* 96(16):16-37.