

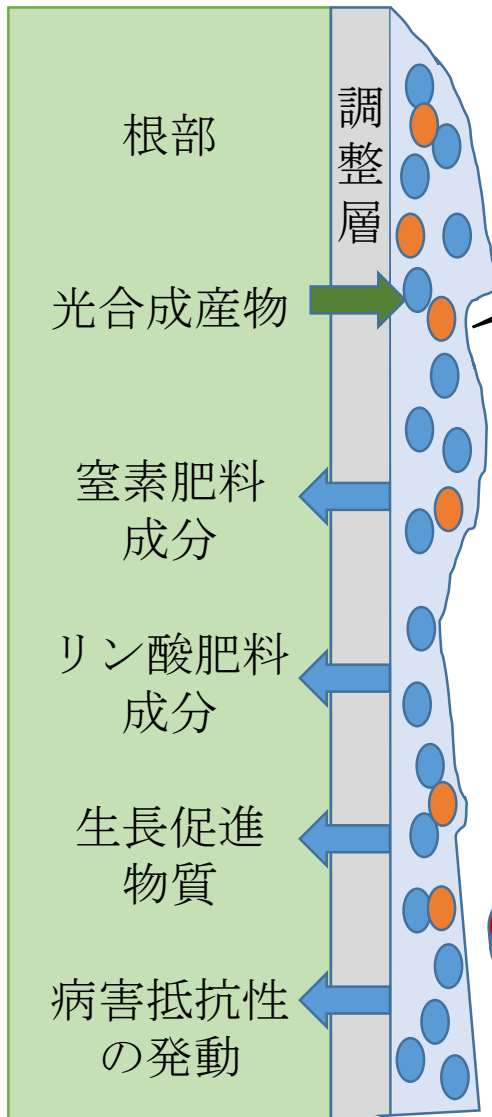


新規微生物資材

生長促進根圏細菌  
**パエニメリットPRO**  
*Paenibacillus polymyxa*

世界の科学者がPP菌を研究  
しています。

# PP菌の作物との共生関係



PP菌の  
バイオフィルム

野草はなぜ肥料・農薬を与えなくても元気に育つのでしょうか？ 作物は畑にあって肥料・農薬なしではすくすく育たないのか？  
回答：根圏微生物との共生により必要なものが与えられているからです。土作りは言い換えれば微生物が住みやすい環境を作ることです。そしてそのために選ばれたPP菌を使いましょう。

病原性微生物  
と拮抗

# 製品概要

製品：*Paenibacillus polymyxa*  $1 \times 10^9$ cfu/g 水和剤

*Paenibacillus polymyxa* は根圏に見られる非病原性、芽胞形成細菌でグラム陽性桿菌である

この製品は中国が国策としての近年力を入れているバイオテクノロジーの成果として生まれました。

上海農業技術移行プログラムProduct of Shanghai agriculture technology transfer program (20030258)、

中国重要技術開発プログラム製品

Product of Chinese National Key Sci-Tech Program during the 10th Five-Year Plan(2001-2005)、Product of Chinese National High-Tech Project (2002AA245011)

Product of Chinese National Agriculture Technology Transfer Fund (04EFN213100093)

国際特許、米国特許製品

Product of Chinese invention patent (ZL 0215119.9)

Product of PCT patent (WO 2004/050861)

Product of USA invention patent (US 2006/0018883)

Novel microbial pesticide worldwide (Issued by Shanghai Committee of Science & Technology, Document No.(2002) 0773)

登録状況：中国農薬登録PD20096844

日本農薬登録は使用方法と機能が登録要件を満たさないため登録の予定なし

# PP菌の有用性の研究が多く報告されています

- PP菌は土壤中で窒素の固定、リン酸の有効化、加里成分の体内濃度を高めるなどのバイオ肥料として栄養成分の補給機能を付与するなどの報告があります。
- PP菌と菌根菌との協力作用も報告されている
- 効果：本剤は病原菌を殺菌する農薬ではない。化学肥料偏重の農業により衰えた根圏微生物を活性化し、植物が本来持つ病害抵抗性を起動結果として青枯れ病、フザリウム病、軟腐病などの細菌病を含む土壤病害に耐性が高まることが期待できます。
- 微生物資材**Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)**として窒素固定、生長促進、土壤構造の改善、作物の生育促進、抗生物質の生成（立枯病、萎凋病***Gaeumannomyces graminis var.tritici***、***Fusarium oxysporum***）、青枯病の拮抗的抑制などが文献として報告されております。

# パエニメリットPRO

生物農薬の研究開発に力をいれる中国の国家的プロジェクトにより世界で初めて実用化された*Paenibacillus polymyxa* (PP菌) は根圏に生息する非病原性、芽胞形成細菌でグラム陽性桿菌である。

上海農業技術移行プログラムProduct of Shanghai agriculture technology transfer program (20030258)

中国重要技術開発プログラム製品Product of Chinese National Key Sci-Tech Program during the 10th Five-Year Plan(2001-2005)、Product of Chinese National High-Tech Project (2002AA245011)

中国農業技術移転基金製品 Product of Chinese National Agriculture Technology Transfer Fund (04EFN213100093)

国際特許、米国特許

Product of Chinese invention patent (ZL 0215119.9)

Product of PCT patent (WO 2004/050861)

Product of USA invention patent (US 2006/0018883)

Novel microbial pesticide worldwide (Issued by Shanghai Committee of Science & Technology, Document No.(2002) 0773)

# 使用方法

根圏の発達時期に1000倍液に浸漬あるいは灌注する。

時期	処理方法
播種時（2-3）	1000倍液に30分浸漬し、播種床にも希釈液を灌注する。
育苗期間	1000倍液を播種溝にそって灌注
移植時(4)	1000倍液を植物あたり300-500ml灌注する。あるいは製品を、移植穴を埋める土壤に混和して処理する
開花時あるいは発病を確認した時	1000倍液を根部灌注

## 使用上の注意：

1. 効果は拮抗作用によるためPP菌を定着させる必要がある。
2. 薬剤を水によく混合して2-6時間種子を浸漬する。
3. 残った薬液は水に不溶の部分も播種床に灌注処理する。
4. 定植植穴処理時に、まず少量の土壤あるいは有機質肥料にまず混合して、ついで植穴を埋めるのに適量の土壤と混合して植穴を埋める。
5. 病害がいったん発生したら防除は困難なので予防が重要である。従って、なるべく早くから本菌の定着が重要である。
6. 雨が24時間以内に降らないことが予想されない時に処理する。多量の雨が降った場合、再処理が必要である。
7. 土壤が湿っているときは根圏土壤への吸着が容易なので薬量を減らすことができる。
8. 他の殺菌剤との近接散布は避けること。
9. 薬剤は冷暗所に保管する。



# 試験例/文献研究

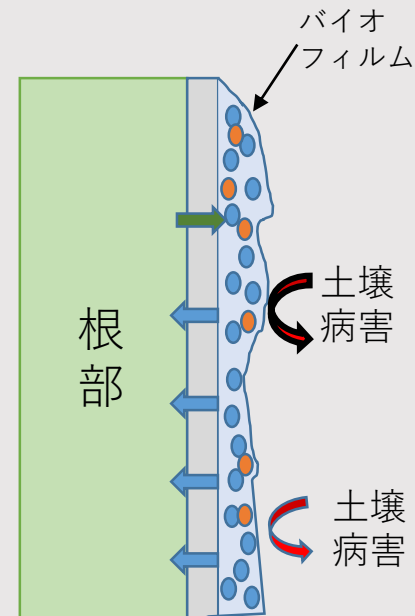
# P. Polymyxa菌のバイオフィルムを形成による土壌病害防除機能の軽減効果(1)

落花生根圏にバイオフィルムを形成することによる土壌病害の抑制  
 Colonization of peanut roots by biofilm-forming *Paenibacillus polymyxa* initiates biocontrol against crown rot disease

Journal of Applied Microbiology Volume 104, Issue 4 April 2008 Pages 961–969

目的：冠根腐敗病の制御におけるバイオフィルム形成す *Paenibacillus polymyxa* 株の抑制効果が検討され、2つの菌株は優れたバイオフィルム形成して優れた防御性を証明した。

試験区	土壌病害発生率		乾物重
無処理	27.6	100	16.7
P. polymyxa B5	0.26	0.0	33.6
P. polymyxa B6	2.46	9.5	29.6



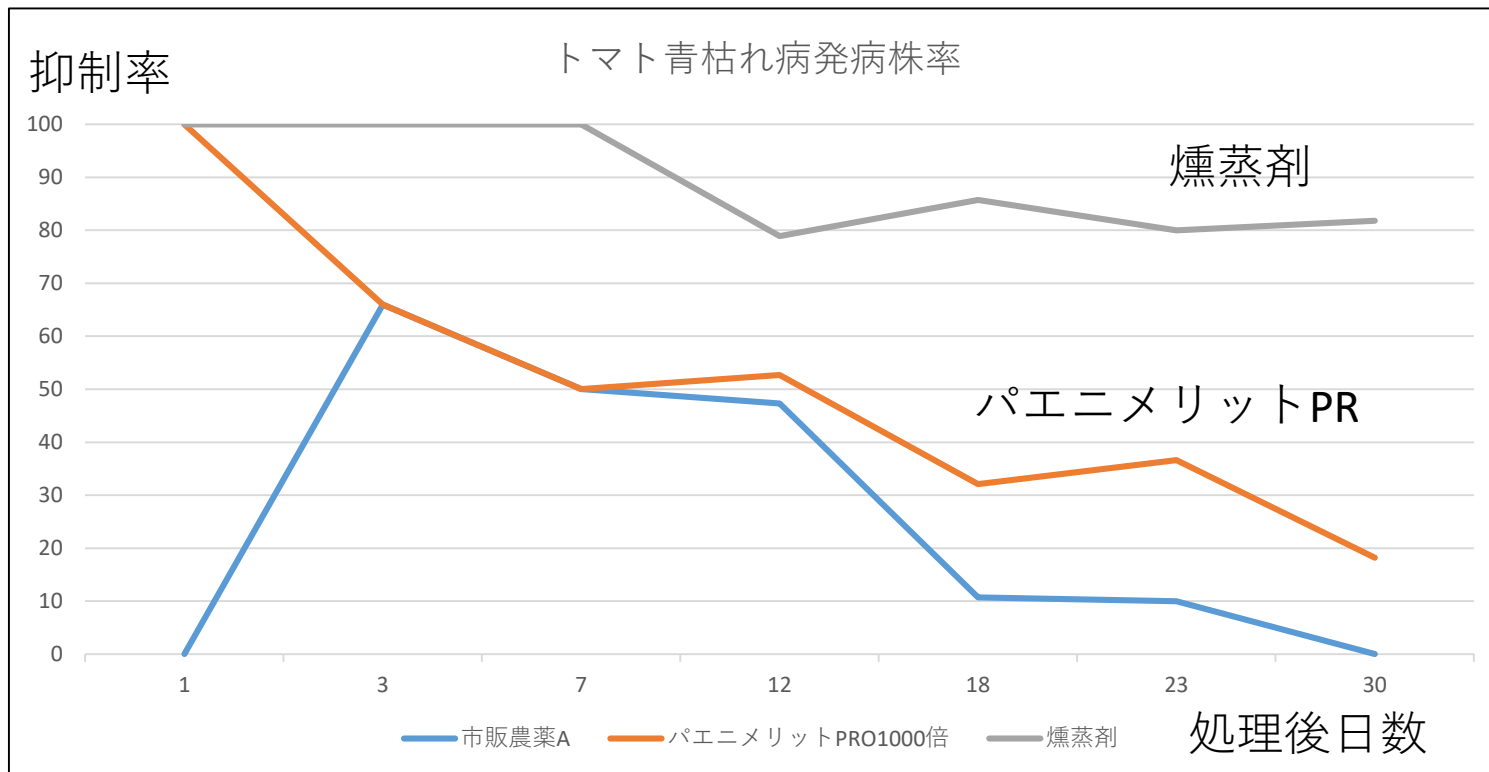
# P. Polymyxa菌のバイオフィルムを形成による土壌病害防除機能の軽減効果(2)

トマト青枯れ病に対する防除効果を2016年公的機関に依頼して検討した。多から甚発生 of 燻蒸剤でなければ抑えられない厳しい条件であったが、バイオフィルム形成による発生の抑制が認められた。

試験	発生状況	品種	発生軽減率%	草丈無処理対比%
パエニメリット PRO 500倍	甚発生	ハウス桃太郎	0	109
		麗夏	0	112
パエニメリット PRO 500倍	多発生	ハウス桃太郎	8	99
		麗夏	63	105

# P. Polymyxa菌のバイオフィルムを形成による土壌病害防除機能の軽減効果(3)

1000倍液灌注によるトマト青枯れ病の防除試験は2016年高知県の圃場試験でバイオフィルム形成による発病軽減効果を調べた。中発生の試験で燻蒸剤は長期間の抑制効果が認められた。パエニメリットPROの発病軽減効果は、P. Polymyxa菌によるバイオフィルム効果によるものと考えられる。



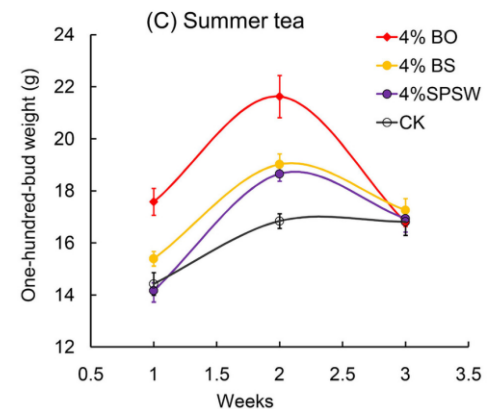
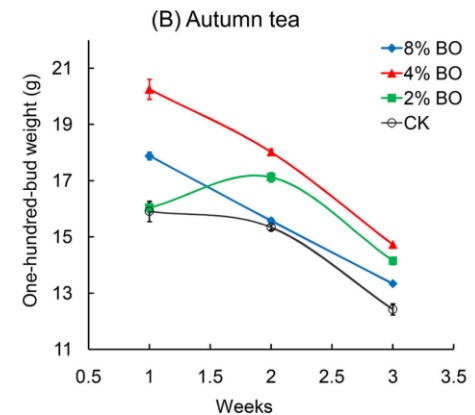
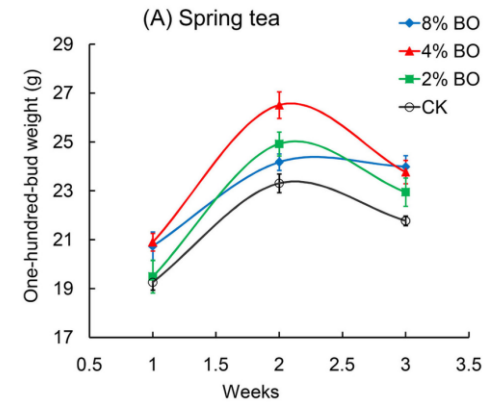
# 海外試験例-バイオ肥料効果

## 1. *Paenibacillus polymyxa* + SPSWの茶樹に対するバイオ肥料的效果

収量、水抽出量、ポリフェノールは無処理区に比してそれぞれ**16.7%**, **6.3%**, and **10.4%**,増加した。

文献: Bioconversion of wastewater from sweet potato starch production to *Paenibacillus polymyxa* biofertilizer for tea plants, Scientific Reports4, Article number: 4131 (2014)

CK, water; BO, biofertilizer; BS, sterilized biofertilizer; SPSW, sweet potato starch industry wastewater



## 2. *Paenibacillus polymyxa*による病害抵抗性の誘導し、防御/ストレス遺伝子発現

モデル植物としてシロイヌナズナを用い、PGPR（植物成長促進根圏細菌）として*Paenibacillus polymyxa*の分離株を処理することにより、ノトバイオティックシステムを確立した。病原体*Erwinia carotovora*（生物的ストレス）または干ばつ（非生物的ストレス）に対して、接種された植物は無処理に比して耐性があることを示された。

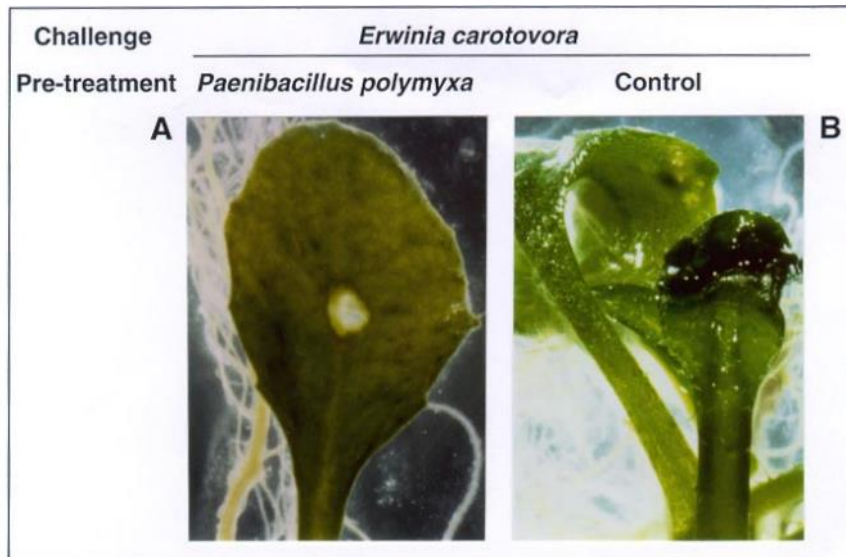
文献:The Plant-Growth-Promoting Rhizobacterium *Paenibacillus polymyxa* Induces Changes in *Arabidopsis thaliana* Gene Expression: A Possible Connection Between Biotic and Abiotic Stress Responses

MPMI Vol. 12, No. 11, 1999, pp. 951–959. Publication no. M-1999-0830-01R. © 1999 The American Phytopathological Society

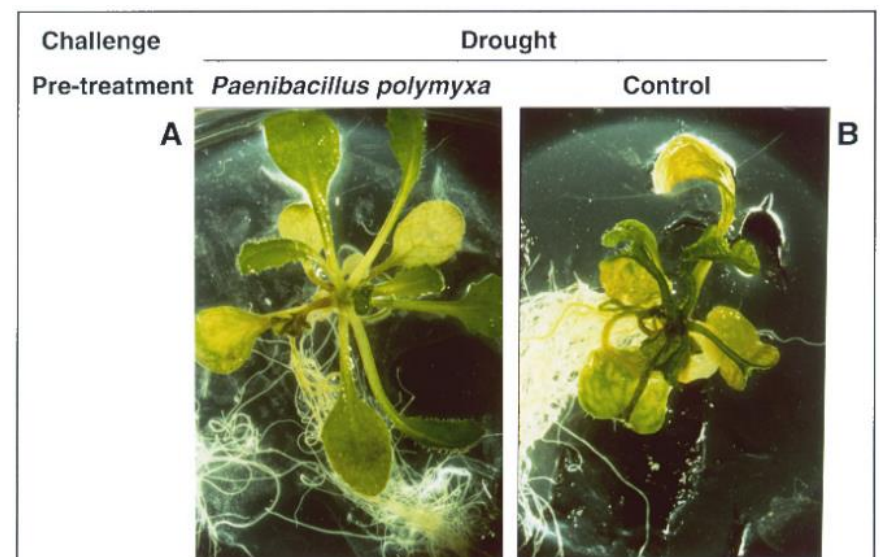
## 2. *Paenibacillus polymyxa*による病害抵抗性の誘導し、防御/ストレス遺伝子発現（続き）

*Paenibacillus polymyxa*菌処理植物はPGPRを発現し、病害（軟腐病）に対して抵抗性を発現する。A（処理植物は軟腐病菌は増殖が抑制され、葉は生長している）、B（無処理）は葉の生長が抑制された。

*Paenibacillus polymyxa*菌処理植物はPGPRを発現し、環境ストレス（干ばつ）に対して抵抗性を発現する。A（処理植物はよく生長を維持している）、B（無処理）は生長が抑制された。



**Fig. 1.** Inhibition of soft rot symptom development by prior *Paenibacillus polymyxa* inoculation. Axenic seedlings of *Arabidopsis thaliana* C24 were grown and inoculated with *P. polymyxa* (see Materials and Methods). Subsequently, plants were locally inoculated by *Erwinia carotovora* and cultured for 12 h. The (A) *P. polymyxa*-treated plant shows significantly less severe characteristic symptoms than (B) a control plant that shows almost complete maceration at the same time point.



**Fig. 2.** Enhancement of drought stress tolerance by *Paenibacillus polymyxa* inoculation. Plants grown and inoculated as described in Figure 1 caption. Subsequently, exposure to drought stress was induced (Materials and Methods). The (A) *P. polymyxa*-treated plant shows less severe characteristic wilting symptoms than (B) an untreated control plant.

### 3. 植物ホルモン-Cytokininの生成

**Paenibacillus polymyxa** の植物成長促進根圏微生物 (PGPR) の成長促進効果が**Paenibacillus polymyxa**によるサイトカイニン (cytokinin、オーキシン存在下で細胞分裂、シュート形成の誘導効果をもつ) の生成にあるとする報告

文献:Cytokinin production by *Paenibacillus polymyxa*. *Soil Biology and Biochemistry* 31 (1999) 1847±1852

# 4. Paenibacillus polymyxa Invades Plant Roots and Forms Biofilms

Paenibacillus polymyxaは植物の根に共棲してバイオフィルムを形成する。右図は可視化されたバイオフィルム

文献: APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, Nov. 2005, p. 7292–7300 Vol. 71, No. 11 0099-2240/05/\$08.00+0 doi:10.1128/AEM.71.11.7292–7300.2005

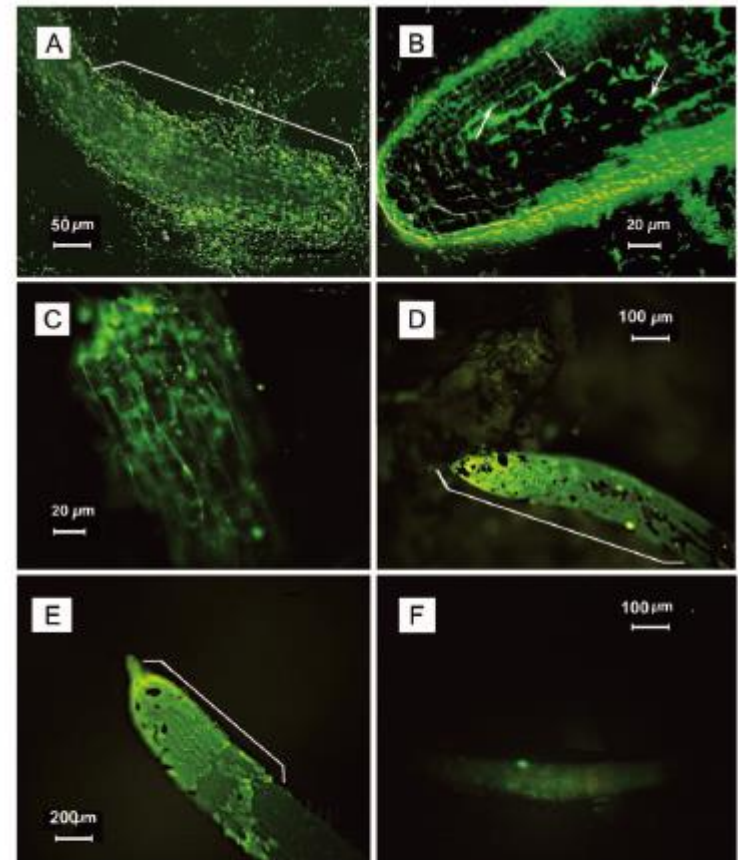


FIG. 3. Fluorescence (GFP) micrographs of plant roots colonized by *P. polymyxa* B1::pCM20. *P. polymyxa* colonization and biofilm formation on plant roots in the geobiotic experiments (A and B) and in the soil experiments (D, E, and F) are compared, and bacterial localization in intercellular spaces is shown in panel C. Roots were prepared and analyzed as described in Materials and Methods. The roots in panels D, E, and F were visualized directly from soil. (A) Bacterial biofilm formation on an *A. thaliana* root in the geobiotic system after 5 h of incubation. (B) Bacterial biofilm formation in the geobiotic system after 5 h of incubation. Note that *P. polymyxa* B1::pCM20 is localized between *A. thaliana* root cells (arrows) (see panel C and Fig. 5) and that there is an indication of damage to the epidermal root cap. (C) Decolorized optical section of 20- $\mu$ m slices of surface-sterilized *A. thaliana* roots, 5 h after inoculation. (D) Bacterial biofilm formation on an *A. thaliana* tap root after 1 week of colonization in the soil assay. (E) Bacterial biofilm formation on a barley (*H. vulgare*) root colonized by *P. polymyxa* B1::pCM20 in a soil assay after 3 weeks of incubation. (F) Control roots treated with a mock solution. Note that the bacterial accumulation (indicated by brackets) in the geobiotic system (A) and in soil (D and E) occurred mainly around the root tip.

## 5. *Paenibacillus polymyxa*による抗菌物質の生成

文献: *Paenibacillus polymyxa* produces fusaricidin-type antifungal antibiotics active against *Leptosphaeria maculans*, the causative agent of blackleg disease of canola Can. J. Microbiol. 48: 159–169 (2002) DOI: 10.1139/W02-002

*Paenibacillus polymyxa*による抗糸状菌、  
抗細菌活性

Inhibition against fungi	Inhibition against bacteria
<i>Alternaria brassicae</i> *	<i>Micrococcus luteus</i>
<i>Fusarium avenaceum</i> *	<i>Streptomyces clavuligerus</i>
<i>Leptosphaeria maculans</i>	
<i>Marasmius oreades</i> Fries*	
<i>Neurospora crassa</i>	
<i>Penicillium roquefortii</i>	
<i>Rhizoctonia solani</i> *	
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> *	

\*Kharbanda 1999.

**パエニメリットPRO**  
中国の研究開発試験  
Paenibacillus polymyxa  
 $1 \times 10^9$  cfu/g WP

# Paenibacillus polymyxa $1 \times 10^9$ cfu/g WP (PP WP in brief)



**パエニメリットPRO**

PP菌のコロニー

青枯病菌抗菌作用

- 糸状菌および根腐れ防止
- 病害に対する抵抗性の発動
- 生長促進

# 試験設計

処理時期	薬量, 製品g/10a	処理の方法
播種時	30	100倍溶液に浸漬後、希釈して播種床に灌注する
鉢上げ時	90	3000倍液を灌注する
定植時	270-450	3000倍液を灌注する
開花時	270-450	3000倍液を灌注する

## 使用上の注意：

1. 効果は拮抗作用によるためPP菌を定着させる必要がある。
2. 薬剤を水によく混合して2-6時間種子を浸漬する。
3. 残った薬液は水に不溶の部分も播種床に灌注処理する。
4. 定植植穴処理時に、まず少量の土壌あるいは有機質肥料にまず混合して、ついで植穴を埋めるのに適量の土壌と混合して植穴を埋める。
5. 病害がいったん発生したら防除は困難なので予防が重要である。従って、なるべく早くから本菌の定着が重要である。
6. 雨が24時間以内に降らないことが予想されない時に処理する。多量の雨が降った場合、再処理が必要である。
7. 土壌が湿っているときは根圏土壌への吸着が容易なので薬量を減らすことができる。
8. 他の殺菌剤との近接散布は避けること。
9. 薬剤は冷暗所に保管する。

# トマト防除試験

試験機関	腐敗細菌病防除 %		収量増加%	
	2002	2003	2002	2003
Hunan, China	78.9	92.4	31.2	152.5
Jiangxi, China	82.47	81.84	300.83	231.9
Guangdong, China	80.58	82.78	—	31.97
Fujian, China	71.04	70.0	88.18	87.2
平均	78.25	81.76	140.07	125.89

# トマト試験結果の写真



# ナス細菌病防除結果

試験機関	腐敗細菌病防除 %		収量増加%	
	2002	2003	2002	2003
Hunan, China	79.4	91.6	29.4	36.7
Jiangxi, China	85.74	80.91	166.6	200.0
Guangdong, China	88.43	84.87	—	—
Fujian, China	72.44	74.22	47.8	53.09
平均	81.50	82.90	81.27	96.60

# ナス試験結果の写真



# 唐辛子細菌病試驗

試驗機關	腐敗細菌病防除 %		収量増加%	
	2002	2003	2002	2003
Hunan, China	84.7	91.4	32.4	26.1
Jiangxi, China	79.23	83.96	147.9	— —
Guangdong, China	81.91	86.87	— —	31.44
Fujian, China	71.52	74.9	54.69	23.95
平均	79.34	84.28	78.33	27.16

# 唐辛子試験結果の写真

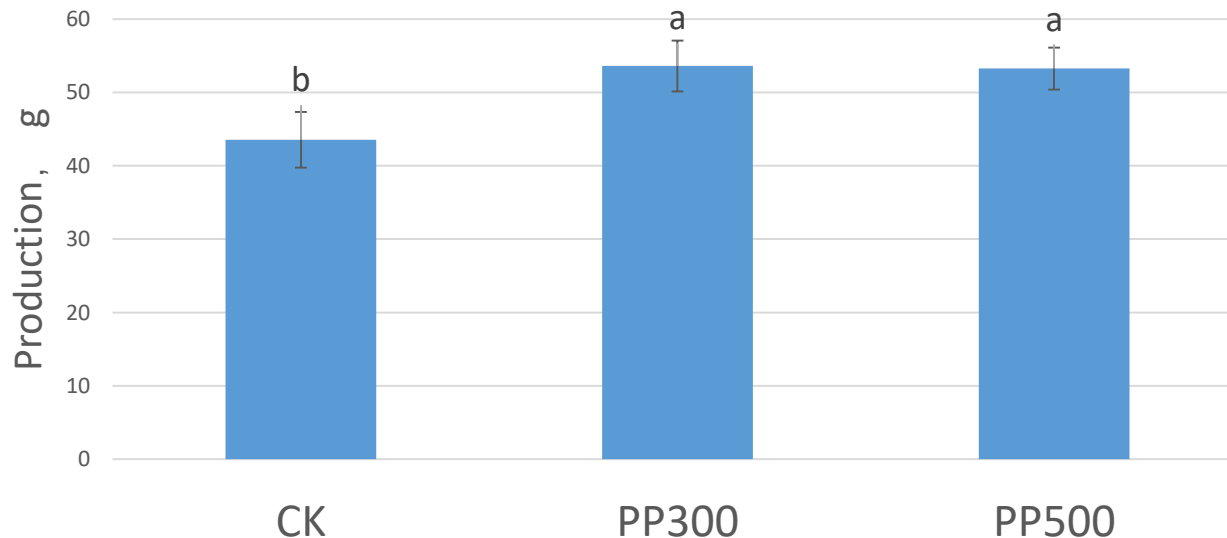


# 生長促進試験

# 白菜生育促進効果

-----Guangdong, China 2016年  
苗の浸漬と移植後の灌漑

処理	PP WP 300倍	PP WP 500倍	CK
収量g	53.59	53.25	43.53
増加率 %	23.11	22.33	/
有意差 5%	a	a	b



# 試験結果



# 圃場試験風景29.5%の増収

