

Federal agricultural extensionists also have not played a significant role in persuading farmers to reduce pesticide use. Even though there have been many projects to introduce alternative farming techniques, most of the programs are organized at the training centers. Only a few interested farmers who can afford to travel long distance attend such training sessions. The majority of small-scale farmers would like to attend but do not have the time and resources to do so. In addition, the main focus of such training sessions usually is on introducing new advanced methods of farming. However, basic knowledge on appropriate use, and the dangers of agro-chemicals are rarely emphasized. For this reason, farmers still hold to lay beliefs about agro-chemicals and resort mainly to the commercial sources for chemical information.

Thai farmers often have no other option other than consulting with the agro-chemical vendors who are readily available in the community, or seeking information from commercial mass media. Misleading promotional strategies have been reported to be associated with commercial mass media promotion (Health Systems Research Institute, 2005, pp.13-15). For example, hidden promotional messages heavily promoted on radio broadcast programs, mainly conveyed by a DJ who has absolutely no formal training in agriculture, and aimed only at changing farmers' beliefs and attitudes toward pesticides. Promotion of pesticides by brand names instead of common names are also widely practiced, especially in the form of sponsors of entertainment or charity events, causing redundant application of the same pesticides in the same field.

In conclusion, the study indicated inappropriate pesticide use patterns among Thai farmers. Findings of this study clearly suggest that it is necessary to reduce possible health and environmental risks associated with pesticide use by documenting

risk perceptions and developing ways to address them. However, health and environmental factors cannot be isolated from economic concerns. Since the majority of farmers in Thailand are low-income, the initial cost of switching from pesticides to more environmentally friendly and healthy methods should be seriously investigated. A recent study found cost to be an important predictor for small-scale farmers to switch to a biological fertilizer (Jetiyanon et al., 2007). Further studies are highly warranted to generate appropriate data on which to base policy.

Acknowledgements

The authors are highly grateful to the Thailand Research Fund for the research grant. We also wish to sincerely thank Professor Joseph W Kloepper and Ms Diane Smith for their kind editorial assistance.

References

- Berg, H., 2001. Pesticide use in rice and rice-fish farms in the Mekong Delta, Vietnam. *Crop Prot.* 20(10), 897-905.
- Burleigh, J.R., Vingnanakulasingham, V., Lalith, W.R.B., Gonapinuwala, S., 1998. Pattern of pesticide use and pesticide efficacy among chili growers in the dry zone of NE Sri Lanka (System B): perception vs reality. *Agr Ecosyst Environ.* 70(1), 49-60.
- Damalas, C.A., Telidis, G.K., Thanos, S.D., 2008. Assessing farmers' practices on disposal of pesticide waste after use. *Sci Total Environ.* 390(2-3), 341-345.
- Department of Disease Control, Bureau of Epidemiology, 2006. Annual Epidemiological Surveillance Report 2005. Ministry of Public Health, Nonthaburi, Thailand.

- Epstein, L., Bassein, S., 2003. Patterns of pesticide use in California and the implications for strategies for reduction of pesticides. *Annu Rev Phytopathol.* 41(2003), 351-375.
- Health Systems Research Institute, Research and Development Program on Healthy Public Policy and Health Impact Assessment, 2005. The Summary of Pesticides Situation in Thai Society. Ministry of Public Health, Nonthaburi, Thailand. (in Thai language)
- Isin, S, Yildirim, I., 2007. Fruit-growers' perceptions on the harmful effects of pesticides and their reflection on practices: the case of Kemalpaşa, Turkey. *Crop Prot.* 26(7), 917-922.
- Jetiyanon, K., Plianbangchang, P., Nimpitakpong, P., 2007. The impact of a lecture-based intervention on knowledge and awareness of Plant Growth Promoting Rhizobacteria as a biological control measure among farmers in Phitsanulok, Thailand. *Agri J.* 23(1): 67-77.
- Matthews, G., Wiles, T., Baleguel, P., 2003. A survey of pesticide application in Cameroon. *Crop Prot.* 22(5), 707-714.
- Miles, J.R., Harris, C.R., Morrow, D.C., 1983. Assessment of hazard associated with pesticide container disposal and of rinsing procedures as a means of enabling disposal of pesticide containers in sanitary landfills. *J Environ Sci Heal B.* 18(1983), 305-315.
- Tienmar, C. 2004. The situation of pesticides advertising and promotion systems in the area of Petchaburi province. Nonthaburi: The National Health System Reform Office. (in Thai language, with English abstract)
- Wilson C, Tisdell C. 2001. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Ecol Econ.* 39(3), 449-462.

World Health Organization, 2005. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification: 2004. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

World Health Organization, 2006. Sound Management of Hazardous Wastes from Health Care and from Agriculture. WHO South East Asia Regional Office, New Delhi, India.

Table 1 General information about the participants

Variable	Number (%)
Level of education	
No education	19 (14.6)
Primary school	97 (74.6)
Secondary school	14 (10.8)
Crops (multiple answers possible)	
Rice	120 (92.3)
Horticultural (mango and vegetables)	73 (56.1)
Corn	19 (14.6)

Table 2 Types of pesticides used

Group of pesticides/Common name	Chemical family	Toxicity class*	Status	Number of farmers mentioned using
Insecticides:				
Parathion-methyl	Organophosphates	Ia	Registered (on watched list)	1
Methomyl	Carbamates	Ib	Registered (on watched list)	6
Chlorpyrifos	Organophosphates	II	Registered	40
Cypermethrin	Pyrethroids	II	Registered	19
Endosulphan	Organochlorines	II	Banned (Oct 2004)	5
Fenobucarb	Carbamates	II	Registered	3
Abamectin	-	U	Registered	5
Captan	-	U	Registered	1
Unidentifiable	unk	unk	Unk	29
insecticides in re-packaged containers				
Herbicides:				
Butachlor+Propanyl	-	II (Propanyl	Registered	6

70		70) and U		
		(Bulachlor)		
Paraquat dichloride	Paraquats	II	Registered	6
2,4-D, isobutyl ester	-	U	Registered	8
Atrazine	Triazine derivatives	U	Registered	2
Butachlor	-	U	Registered	1
Glyphosate	-	U	Registered	17
Oxadiazon	-	U	Registered	1
Unidentifiable herbicides in re-packaged containers	unk	unk	unk	2
Fungicides:				
15% w/v Difenconazole + 15% w/v Propiconazole	Azole derivatives	U	Registered	11
Cabendazim (benzimidazole)	-	U	Registered	3
Mancozeb	Carbamates	U	Registered	2
Unidentifiable fungicides in re-packaged	unk	unk	unk	4

containers

Note:

* Toxicity class as classified by World Health Organization (2004) where Ia = extremely hazardous, Ib = Highly hazardous, II = moderately hazardous, III = slightly hazardous, U = unlikely to present acute hazard in normal use
unk = unknown

Table 3 Sources of pesticides

Sources (multiple answers possible)	Number (%)
Agro-chemical shops in the community	210 (60)
Co-operative shops in the community	65 (18.6)
Agro-chemical shops in the municipal markets	54 (15.4)
Convenience stores in the community	15 (4.3)
Direct sale of the agro-chemical companies	4 (1.1)
Village leaders	2 (0.6)

Table 4 Frequency of pesticide application

Frequency of pesticide application (multiple answers possible, depending on the types of pesticides)	Number (%)
Less than once a month (approximately 1-2 times/season)	59 (40.7)
Once or twice a month	24 (16.5)
Three to four times a month	32 (22)
More frequently than once a week	6 (4.1)
Depends on the pest manifestation	24 (16.6)

Table 5 Sources of information about pesticide use

Sources of information (multiple answers possible)	Number (%)
Commercial media/public broadcast (including television, community broadcasting, radio, newspaper, leaflets & pamphlets, billboards)	201 (37.6)
Governmental agricultural personnel (including agricultural extension officers, and local administrative officers)	141 (26.4)
Village leaders, opinion leaders, and community healthcare volunteers	134 (25)
Neighbors	30 (5.6)
Sales persons from agro-chemical companies	29 (5.4)

Table 6 Pesticide practices

Variables	Number (%)
Label read	
Yes	99 (80.5)
Every topic on the label	32 (32.3)
Direction only	40 (40.4)
Indication only	3 (23.2)
Caution only	23 (23.2)
No	24 (19.5)
Personal Protection (multiple answers possible)	
Mouth and nose cover	79 (64.2)
Gloves	51 (41.5)
Taking wind condition into account while spraying	38 (30.9)
Boots	26 (21.1)
Long-sleeves shirts	26 (21.1)
Taking a shower after handling	11 (8.9)
Pesticide empty containers disposal	
Selling them	93 (75.6)
Keeping them home for other uses	20 (16.3)
Burying them	5 (4.1)
Burning them	4 (3.2)
Leaving them randomly by the field	1 (0.8)

ภาคผนวกที่ 5

Seed Coating for Vegetative Cells of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria using Alginate/Pectin Wet Film Formulations

Sakchai Wittaya-areekul^{1,*}, Kanchalee Jetiyanon², Pinyupa Plianbangchang³,
Tuangchai Somjitranukij¹

¹Department of Pharmaceutical Technology, Faculty of Pharmaceutical Sciences,
Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

²Department of Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture Natural Resources and
Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

³Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Naresuan
University, Phitsanulok 65000, Thailand

* Corresponding author: Sakchai Wittaya-areekul, Ph.D.

Tel. +6655 2610 00 ext. 1881

Fax. +6655 2610 57

E-mail: sakchai99@yahoo.com

Keywords: Seed coating, Vegetative cell, Rhizobacteria, PGPR

Abstract

Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) have been traditionally introduced in liquid bacterial suspensions or in the form of dry seed coatings. However, dry seed coatings still have limitation in where they are not readily applicable for vegetative cells of PGPR and generally require specific instruments for coating. The objective of this study was to develop the practical formulation for application of PGPR vegetative cells. Alginate and pectin were used as film formers and propylene glycol was used as a plasticizer. The formulation was developed with various concentrations of the film components and evaluated for some physical film properties. The films were further cross-linked using calcium chloride solution to improve the film strength. The optimum film formulation was selected for evaluation of appropriate coating method and PGPR survival in the film components using cucumber seeds as a model for seed coating. Results showed that PGPR can grow in all of the film formulations. The optimum film formulation contained 2% w/v alginate and 4% w/v pectin (ratio2:1), and 2% w/v propylene glycol using 0.1% w/v calcium chloride and 2% w/v propylene glycol as a cross-linking solution. This film formulation showed even film formation with excellent water adsorption and water vapor penetration. The coating method conducted by pouring 5 mL of polymer mixtures over 10 grams of cucumber seeds and then spraying with 0.5 mL of cross-linking solution resulted in good film coating feature with minimal coating duration. It was suggested that this seed coating formulation could be benefit for vegetative cells of PGPR and would be a practical preparation for growers.

1. Introduction

Rhizobacteria are root-colonizing bacteria that form a symbiotic relationship with many plants. The term “rhizobacteria” usually refers to bacteria that form a relationship beneficial for plants. These bacteria are often referred to as plant growth-promoting rhizobacteria or PGPR [Bushan, 1998; Benizri et al., 2001; Jetiyanon and Kloepper, 2002; Kloepper et al., 2004]. Although rhizobacteria inoculants are indisputably beneficial for various plants, they are not widely used in industrial agriculture, especially for biofertilizer, since large-scale application techniques have not been economically available [Ciccillo et al., 2003]. Several requirements have to be fulfilled in order to induce a beneficial effect on plants such as the bacterial deposit around seeds should be homogeneously distributed around the seed at an optimal concentration [Amiet-Charpertier et al., 1998; Ryu et al., 2006], ranging between the biosaturation and the biostimulation threshold [Hartley et al., 2004]. This deposit will be effective, if it takes place in the direct environment of the seeds. These remarks bring out the need for direct bacterization of seeds, so as to reduce the distance between bacteria and roots.

Currently, rhizobacteria has been traditionally introduced in liquid bacterial suspensions or in the form of dry seed coatings [Amiet-Charpertier et al., 1998; Hartley et al., 2004; Ryu et al., 2006]. However, dry seed coatings still have limitation where they are not readily applicable for vegetative cells of free living rhizobacteria and generally require specific instruments for coating. Wet film coating for application of PGPR vegetative cells using spontaneous cross-linking reaction between alginate or pectin and calcium chloride can resolve a crucial step toward preserving the vegetative cells viability to produce homogeneously distributed bacterial cells over the seed surface.

Alginate is a salt of alginic acid, a polymer of β -D-mannuronic acid and α -L-guluronic acid, which is isolated from brown seaweeds [Sime, 1990]. Pectin is commonly derived from fruit waste mainly apple and citrus peel. Alginate films can be prepared by cross-linking with CaCl_2 to generate a film with barrier properties [Olivas et al., 2008]. The main pectin component is a linear chain of α -(1-4)-linked D-galacturonic acid that forms the pectin backbone, a homogalacturonan. In low-ester pectins, ionic bridges are formed between calcium and carboxylic acid of the galacturonic acid. Low ester pectins need calcium to form a gel, but can do so at lower soluble solids and higher pH-values than high-ester pectins [Sriamornsak et al., 2006]. Both alginate and pectin are idealistic for preparing films and easily forming insoluble gel with calcium ions. The objective of this study was to develop the practical formulation and method of wet film coating for vegetative cells of free living PGPR. The basic film properties required for good barrier such as water vapor penetration, water adsorption, coating method, and survival of PGPR in wet film and on coated seeds will be evaluated to obtain good film properties and easy to use for growers.

2. Material and methods

2.1 Materials

Low viscosity sodium alginate (viscosity 250 cps, 2% w/v) containing mannuronate (M) and guluronate (G) in a M/G ratio of 0.45 (Manugel® DMB) was purchased from ISP Alginates, San Diego, CA, USA. GENU pectin type LM104 AS-FS was obtained from CP Kelco (Lille Skenseved, Denmark). All other chemicals were obtained from commercial suppliers and were used as received.

2.2 Preparation of the free films

The free films were prepared by casting and solvent evaporation technique using sodium alginate, pectin, and mixture of sodium alginate and pectin solutions as film formers and propylene glycol (PG) as a plasticizer. For sodium alginate solution, a specified amount of sodium alginate was dispersed in deionized water and agitated for 1 hr. PG was then added to the sodium alginate solution under gentle agitation. The mixed solution was left to stand until air bubbles have disappeared and the solution was then poured on a dry glass petri dish in a dust-free environment and allowed to air dry at 40°C for 24 hr. Then the obtained films were tested for their physical properties.

The pectin solution was prepared in the same manner as preparing sodium alginate solution. The mixed solutions at various ratios of sodium alginate and pectin solution were prepared by mixing various volumes of sodium alginate and pectin solution, followed by gentle agitation.

To improve film integrity by cross-linking with CaCl_2 , the dry glass petri dish containing sodium alginate, pectin, or mixture solutions were immersed in CaCl_2 solution for cross-linking reaction at 1, 5, and 10 minutes (Figure 1). Then, the cross-linked films were drained and allowed to air dry at 40°C for 24 hr. The obtained films were tested for their physical properties.

2.3 Characterization of the free films

2.3.1 *Water vapor penetration*

To measure the water vapor penetration, the films were cut and placed on top of open 2.5 cm bottles containing 5 g of silica gel and held in place with a screw lid (test area: 4.9 cm²). The bottles were conditioned in a desiccator containing silica gel for 12 hours (0% RH) to ensure complete dryness of film and silica gel before conducting an experiment. The bottles were then placed in a desiccator containing a saturated solution of NaCl solution at 30°C (75% RH) [Nyqvist, 1983]. The equilibrium moisture penetration was determined by weighing the bottles at 0, 12, 24, and 48 hrs, respectively.

2.3.2 *Water uptake*

The water uptake was determined gravimetrically. The weight of a strip of completely dried film (2.5 x 2.5 cm²) was determined directly with an analytical balance. Then the strip of film was immersed into deionized water at room temperature (25°C) for 2 hr. The resultant swollen film was gently blotted with filter paper to remove excess surface water and weighed again. The water uptake of the film is expressed as the percentage of weight increased.

2.4 Wet film coating on cucumber seeds

Spontaneous wet film coating was performed using cucumber seeds as a model for seed coating. Various amount of coating solution containing vegetative cells of *Bacillus cereus* strain RS87 (10⁶ cfu/mL) were first dispersed on cucumber seeds, then mixture solution of CaCl₂ and PG was sprayed on the coated seeds to form water insoluble coating layer. The determination of coated cucumber seeds was examined by visual inspection of coating material around the seed surface.

2.5 Survival of *Bacillus cereus* strain RS87 in the wet film and on the coated seeds

Coated cucumber seeds from wet film coating experiment were randomly sampling. Four coated seeds were placed onto a petri dish containing tryptic soy agar and incubated at room temperature for 24 hrs. The experiment was repeated three times. The determination of bacterial growth on seeds was done with visual inspection of colony forming on and around the base of the seeds

2.6 Scanning Electron Microscopy (SEM)

The coated seed samples were mounted directly onto the SEM sample holder using double-sided sticking tape and were gold spray-coated. Then, the samples were examined using scanning electron microscopy (LEO 1455VP, Cambridge, UK). to investigate the distribution of vegetative cells of *B. cereus* strain RS87 over the seed surface.

2.7 Statistical analysis

All experiments for the characterization of the composite film were done in triplicate. One-way analysis of variance (ANOVA) was performed to determine the significant difference in each property among the formulated films. The differences were considered to be significant at a level of $P < 0.05$.

3. Results and discussion

3.1 The free film basic properties

The compositions of free film preparing from various concentration of sodium alginate (1-3% w/v) and pectin (3-5% w/v) was shown in Table 1. The free films prepared from sodium alginate were translucent, smooth and water-soluble. The free films prepared from pectin were slightly opaque, yellowish, smooth and water-soluble. However, both alginate and pectin wet films were simply washed away with gentle rinse, while the dried films were easily broken apart and washed away shortly after rehydration. During the film casting step, the polymer solution (alginate/pectin solution) was immersed in 0.5-2% w/v calcium chloride solution to form weakly cross-linked films. Calcium ions (Ca^{2+}) diffused into the polymeric solution during cross-linking reaction forming either intermolecular or intramolecular linkages [Sriamornsak et al., 2006]. The cross-linked films were not soluble in water and showed substantially strong membrane properties both before and after the rehydration process. Higher calcium chloride concentrations at 2% w/v, while keeping the sodium alginate concentration constant at 2% w/v resulted in highly contraction of the films to form thick lens instead of insoluble thin films. High total solid contents of the films (3% w/v sodium alginate or 5% w/v pectin) resulted in uneven surface, whereas lower concentrations (1.5% w/v sodium alginate or 2% w/v pectin) resulted in poor structural integrity and hard to remove from petri dish.

The formulations of 2% w/v sodium alginate or 4% w/v pectin with 2% w/v propylene glycol (PG) found to be the optimal concentrations with good overall basic properties of the films. The free films preparing from sodium alginate produced translucent films but severely contracted during the cross-linking reaction, while the free films prepared from pectin produced yellowish, slightly opaque films but only slightly contracted during the cross-linking reaction. Therefore, various ratios (v:v) of

2% w/v sodium alginate and 4% w/v pectin were examined for the following experiments to obtain films with good overall basic properties both before and after the cross-linking reaction. The composition and physical properties of the films are summarized in Table 2.

The films prepared from 2% w/v sodium alginate and 4% w/v pectin at a ratio of 2:1 (v:v) with 2% w/v PG using 0.5, 1, and 2% w/v CaCl_2 provided translucent films with relatively uniform thickness. Increasing CaCl_2 concentrations (2% w/v) in the cross-linking solution resulted in excessive contraction of the wet film. The applied small molecular weight plasticizers (propylene glycol and glycerol) caused not only increase the resistance to the mechanical effect, but also decrease in the surface free energy of the films [Bajdik et al., 2007]. Addition of 2% w/v PG in CaCl_2 as a cross-linking solution produced slow gel formation and resulted in substantially decreasing film contraction after cross-linking. The films formulation containing 2% w/v sodium alginate and 4% w/v pectin at a ratio of 2:1 with 2% w/v PG using 0.5, 1, and 2% w/v CaCl_2 and 2% w/v PG as a cross-linking solution was further prepared and characterized for their specific properties.

3.2 Characterization of the free films

The evaluation of the free films has been established as an effective step in the development of film coating systems, since it can be readily used to characterize and evaluate fundamental properties of the coating. The results of the free films properties in various conditions will then be applied in order to get the practical coating formulations and conditions.

3.2.1 *Water vapor penetration*

The water vapor penetration across the films at 6, 12, 24, and 48 hours were measured and expressed as % weight increased of dried silica gel. The free films showed a zero order water penetration profile as a function of time. The vapor transmission was measured under steady state conditions. Therefore, the contribution of the moisture absorbed by the film can be considered negligible. Figure 2 shows water vapor penetration at 48 hours of the film containing 2% w/v sodium alginate and 4% w/v pectin at ratio of 2:1 with 2% w/v PG using 0.5, 2% w/v CaCl_2 and 2% w/v PG as a cross-linking solution, cross-linking at 1, 5, and 10 minutes, respectively. Using 0.5% w/v CaCl_2 resulted in higher vapor penetration than 2% w/v CaCl_2 due to less cross-linking in the polymer chains. No statistically difference vapor penetration after additional cross-linking time at 5 and 10 minutes. The loosely cross-linking of the gel structure at low CaCl_2 concentration resulted in porous film after drying and the vapor penetration was independent of time. Because of these advantages of the film, water vapor from planted seeds surroundings can penetrate through the film and help the distributed rhizobacteria and cucumber seed grow.

Several studies reported that anionic polysaccharides (e.g. sodium alginate and low methoxy potassium pectin) can react with calcium ions to form insoluble gels in the hydrated states. Therefore, the dried films can be applied as film coating for sustained release [Sriamornsak, 1997]. The cross-linking reaction was originally described by Grant et al. [1973] in terms of an egg-box model for the mechanism of binding involving two or more units. In case of alginate and pectin, the gel formation resulted from a specific interaction between calcium ions and blocks of galacturonate and

guluronate units, respectively. However, recent studies suggested that mannuronate-guluronate blocks also involved in gelation of alginate [Braccini and Perez, 2001; Donati et al., 2005]. This ability to form an insoluble network could explain how its concentration affects the water adsorption, making films with higher concentration acted as higher barriers to water vapor. Sriamornsak and Kennedy [2006] showed that the effect of hardening time on the puncture strength and elongation of calcium pectinate (GENU pectin type LM-104 AS FS) films required at least 30 min to reach the maximum mechanical strength, while a much shorter time was required for calcium alginate films. The results were consistent with our experiment where the combination of alginate and pectin solutions produced the films with only slightly contraction, consequently, better film features than the films produced from only alginate solution. In this experiment, a much shorter reaction time was employed so that we obtained the insoluble films within a practical time frame for further application regardless of the maximum gel strength.

3.2.2 *Water adsorption*

Figure 3 shows the equilibrium water uptake of the films at 0.5 and 2% w/v of CaCl_2 in cross-linking solution. At 0.5% w/v CaCl_2 , the films showed no significant different in equilibrium water uptake with increasing cross-linking time. Increasing concentration of CaCl_2 resulted in higher water adsorption at 1 minute cross-linking time, while decreasing significantly at 5 and 10 minutes cross-linking time. Pavlath et al. [1999] assumed that there are two reactions occurring when immersing an alginate film in a calcium solution. One is the precipitation of the film by linkage of calcium with carboxyl groups on the film surface, and the other is dissolution of alginate by the solution. This could explain the results at 1 minute cross-linking time where at

low calcium ion concentration (0.5% w/v) where the dissolution of polymers was faster than the precipitation of polymers. Figure 4 shows that higher concentration of calcium chloride in cross-linking solutions at 1% w/v and 2% w/v produced no significantly different film thickness compared with the film without cross-linking reaction. The film thickness was significantly lower than other groups at 0.5% w/v calcium chloride probably due to dissolution of polymers higher than precipitation or gel structural change. Figure 4 shows that higher concentration of calcium chloride in cross-linking solutions at 2% w/v produced no significantly different film thickness compared with 0.5% w/v calcium chloride at 1, 5, and 10 minutes cross-linking time. The film thickness of 0.5 and 2% w/v calcium chloride at 1 and 5 minutes cross-linking time was significantly lower than the film without cross-linking reaction due to dissolution of polymers higher than precipitation or gel structural change. Rhim [2004] also found that thickness of alginate films decreases when immersed in calcium solutions and attributed that to polymer dissolution during soaking. However, Sriamornsak and Kennedy [2006] suggested that the changes in calcium content did not substantially influence the microscopic structure of the hydrated films in scanning electron micrographs. Our results showed that although the calcium content and crosslinking time did not significantly influence the microscopic structure, they substantially influence the water adsorption properties of the films.

3.3 Wet film coating on cucumber seeds

The seed coating procedure was first, application of 5 mL coating solution containing 2% w/v alginate and 4% w/v pectin (ratio 2:1) with 2% w/v PG on 10 grams (50 seeds) of cucumber seeds (approximately 10^5 cfu/seed), then 0.5 mL of cross-linking solution was sprayed on the coated seeds. The results were consistent with the free

film properties where cross-linking solution with more than 2% w/v CaCl_2 or without PG resulted in high contraction and separation of wet film from the seeds. Spraying the cross-linking solution provided good distribution over the coated seeds and easy to perform. This method of coating and spraying was modified to be easily prepared and practical on the field using plastic tub. Figure 5a shows the morphology of vegetative cells of strain RS87 after separation of cells from the medium. Figure 5b shows the vegetative cells of strain RS87 were evenly distributed over the coated cucumber seed. This result implied that the vegetative cells of strain RS87 were homogenously distributed around the seeds.

3.4 Survival of *B. cereus* strain RS87 in the wet film and on the coated seeds

Figure 6a shows that strain RS87 can grow well in the composition of the films. Figure 6b shows that the film coating on the seeds appeared uniform and colony of strain RS87 appeared around the base of each cucumber seed. It was found that strain RS87 can survive on the coated seeds over ... days at room temperature and over ... days at 40°C . Amiet-Charpertier et al. [1998] also suggested that M3.1 rhizobacterium strain survival was found to be rather high over 2 days, since the bacterial concentration in the dried polymer microparticles remained at a value of $\sim 6 \times 10^3$ cfu/g, but all the encapsulated bacteria were dead after 6 days. Further work in greenhouse experiments will be performed in order to justify efficacy of using wet film coating comparing with bacterial suspension application.

4. Conclusions

Alginate/pectin films immersed in CaCl_2 appear to generate films with good water vapor penetration and water adsorption. Spreading the film coating solution

containing 2% w/v sodium alginate and 4% w/v pectin (ratio 2:1) followed by spraying the cross-linking solution of 0.5% w/v CaCl₂ and 2% w/v PG on the coated seeds was the quick and practical method for application in the field using farm utensils. Coated cucumber seed containing vegetative cells of strain RS87 showed good distribution of bacteria around every seeds.

5. Acknowledgements

This work was supported by a grant from the Thailand Research Fund (grant no. DBG4980001) and PERCH-CIC. A gratitude to Prof. Hans E. Junginger, Naresuan University, for his valuable advice in preparing this manuscript.

6. References

- Amiet-Charpertier, C., Benoit, J.P., Gadille, P., and Richard, J. (1998). Preparation of rhizobacteria-containing polymer microparticles using a complex coacervation method. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 144, 179-190.
- Bajdik, J., Feher, M., and Pintye-Hodi, K. (2007). Effect of plasticizer on surface of free films prepared from aqueous solutions of salts of cationic polymers with different plasticizers. *Applied Surface Science*, 253, 7303-7308.
- BeMiller, J.N., and Whistler, R.L. (1996). Carbohydrates. In Owen R. Fennema (Ed.). *Food chemistry* (3rd ed., pp. 157-224). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Benizri, E., Baudin, E., and Guckert, A. (2001). Root colonization by inoculated plant growth promoting rhizobacteria. *Biocontrol Science and Technology*, 11, 557-574.

- Bowen, G.D., and Rovira, A.D. (1999). The rhizosphere and its management to improve plant growth. *Advances in Agronomy*, 66, 1-102.
- Braccini, I., and Perez, S. (2001). Molecular basis of Ca^{2+} -induced gelation in alginates and pectins: the egg-box model revisited. *Biomacromolecules*, 2, 1089-1096.
- Bushan, Y. (1998). Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. *Biotechnology Advances*, 16, 729-770.
- Ciccillo, F., Fiore, A., Bevivino, A., Dalmastri, C., Tabacchioni, S., and Chiarini, L. (2002). Effects of two different application methods of *Burkholderia ambifaria* MCI7 on plant growth and rhizospheric bacterial diversity. *Environmental Microbiology*, 4, 238-245.
- Grant, G.T., Morris, E.R., Rees, D.A., Smith, P.J.A., and Thom, D. (1973). Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: the egg-box model. *FEBS Letters*, 32, 195-198.
- Hartley, E., Gemell, L.G., and Herridge, D.F. (2004). Lime pelleting inoculated serradella (*Ornithopus spp.*) increases nodulation and yield. *Soil Biology and Biochemistry*, 36, 1289-1294.
- Jetiyanon, J., and Kloepper, J.W. (2002). Mixtures of plant growth-promoting rhizobacteria for induction of systemic resistance against multiple plant diseases. *Biological Control*, 24, 285-291.
- Kloepper, J.W., Ryu, C.M., and Zhang, S. (2004). Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytopathology*, 94, 1259-1266.
- Nyqvist, H. (1983). Saturated salt solutions for maintaining specified relative humidities. *International Journal Pharmaceutical Technology and Product Manufacturing*, 4, 47-48.

- Olivas, G.I., and Barbosa-Canovas, G.V. (2008). Alginate-calcium films: Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizer and relative humidity. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 41, 359-366.
- Pavlanth, A.E., Gosset, C., Camirand, W., and Robertson, G.H. (1999). Ionomeric films of alginic acid. *Journal of Food Science*, 64, 61-63.
- Rhim, J.W. (2004). Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 37, 323-330.
- Ryu, C., Kim, J., Choi, O., Kim, S.H., and Park, C.S. (2006). Improvement of biological control capacity of *Paenibacillus polyxya* E681 by seed pelleting on sesame. *Biological Control*, 39, 282-289.
- Sime, W.J. (1990). Alginates. In P. Harris (Ed.). *Food gels* (pp. 53-58). London: Elsevier.
- Sriamornsak, P., Prakingpan, S., Puttipatkhachorn, S., and Kennedy, R.A. (1997). Developemnt of sustained release theophylline pellets coated with calcium pectinate. *Journal of Controlled Release*, 47, 221-232.
- Sriamornsak, P., and Kennedy, R.A. (2006). A novel gel formation method, microstructure and mechanical properties of calcium polysaccharide gel films. *International Journal of Pharmacognosy*, 323, 72-80.

List of Tables

Table 1 - The compositions and physical characteristics of the free films preparing from various concentration of sodium alginate (1-3% w/v), pectin (3-5% w/v) and propylene glycol (1-3% w/v).

Table 2 - The characteristics and physical properties of the free films preparing from combination of 2% w/v sodium alginate and 4% w/v pectin solutions cross-linking with CaCl_2 .

List of Figures

Figure 1 - Diagram of cross-linking bath of the wet film in calcium chloride solution.

Figure 2 - Water vapor penetration at 48 hours of the free films at 0.5 and 2% w/v of CaCl_2 immersed in cross-linking solution for 1, 5, and 10 minutes, respectively.

Figure 3 - Equilibrium water uptake of the free films at 0.5 and 2% w/v of CaCl_2 immersed in cross-linking solution for 1, 5, and 10 minutes, respectively.

Figure 4 - Thickness of the free films at 0.5 and 2% w/v of CaCl_2 immersed in cross-linking solution for 1, 5, and 10 minutes, respectively

Figure 5 - SEM micrograph of (a) Rhizobacteria (RS87) vegetative cells in concentrated suspension and (b) Rhizobacteria (RS87) vegetative cells On the coating layer of cucumber seed.

Figure 6 - (a) Rhizobacteria (RS87) growth in the composition of the films, (b) Rhizobacteria (RS87) growth on the film coated cucumber seeds (right) compared with control without the films (left).

No.	Sod.Alginate (% w/v)	Pectin (% w/v)	PG (% w/v)	Film characteristics
1	1.0	-	-	Translucent, smooth, brittle
2	1.5	-	-	Translucent, smooth, brittle
3	2.0	-	-	Translucent, smooth, brittle
4	3.0	-	-	Translucent, uneven, brittle
5	2.0	-	1.0	Translucent, smooth, flexible
6	2.0	-	2.0	Translucent, smooth, flexible
7	2.0	-	3.0	Translucent, uneven surface, flexible, sticky
8	-	3.0	-	Yellowish, translucent, smooth, brittle
9	-	4.0	-	Yellowish, translucent, smooth, brittle
10	-	5.0	-	Yellowish, translucent, uneven, brittle
11	-	4.0	1.0	Yellowish, translucent, smooth, flexible
12	-	4.0	2.0	Yellowish, translucent, smooth, flexible
13	-	4.0	3.0	Yellowish, translucent, uneven, flexible, sticky

Table 1 - Wittaya-areekul et al.

No.	Sod. Alginate : pectin (v:v)	PG (% w/v)	CaCl ₂ (% w/v)	Film characteristics
1	2:1	2	-	Translucent, smooth, soluble
2	1:1	2	-	Translucent, smooth, soluble
3	1:2	2	-	Translucent, smooth, soluble
4	2:1	2	0.5	Translucent, smooth, shrink, insoluble
5	1:1	2	0.5	Translucent, smooth, shrink, insoluble
6	1:2	2	0.5	Translucent, smooth, slightly shrink, insoluble
7	2:1	2	1.0	Translucent, smooth, shrink, insoluble
8	1:1	2	1.0	Translucent, smooth, shrink, insoluble
9	1:2	2	1.0	Translucent, smooth, slightly shrink, insoluble
10	2:1	2	2.0	Translucent, smooth, shrink, insoluble
11	1:1	2	2.0	Translucent, smooth, shrink, insoluble
12	1:2	2	2.0	Translucent, smooth, shrink, insoluble

Table 2 - Wittaya-areekul et al.

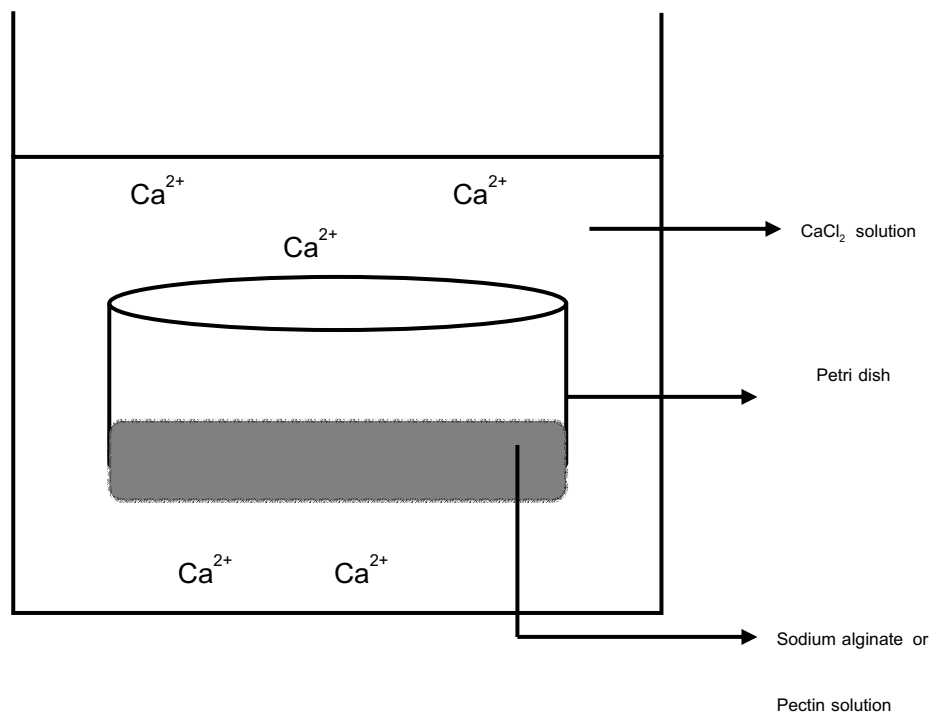


Figure 1 - Wittaya-areekul et al.

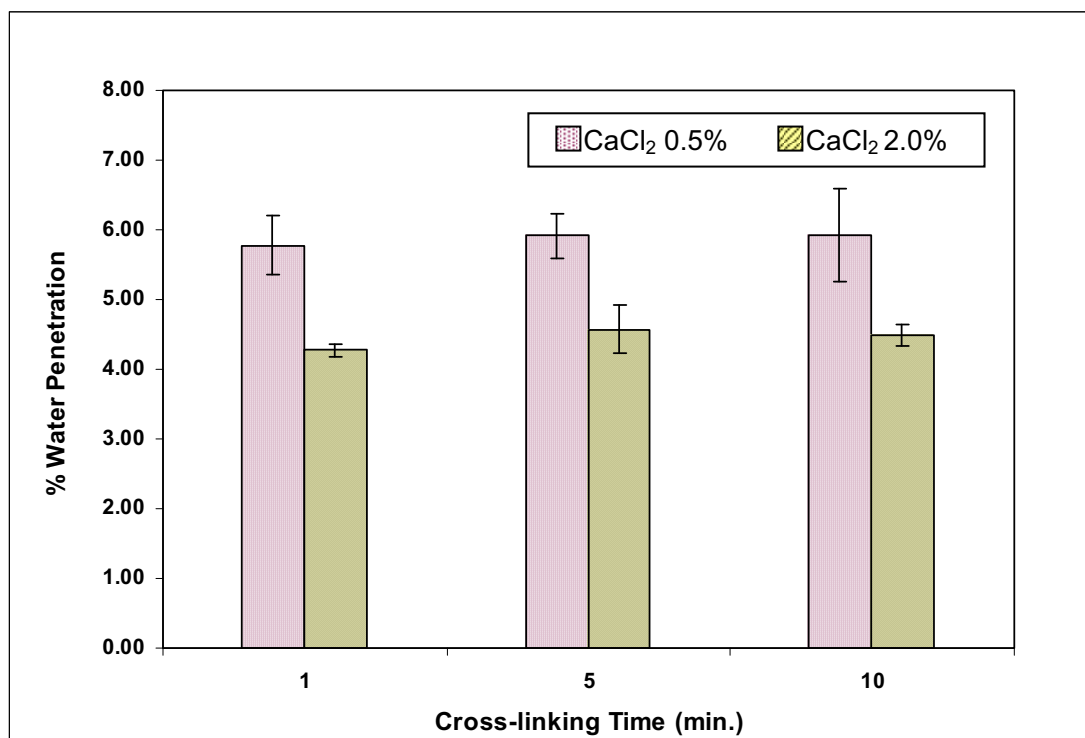


Figure 2 - Wittaya-areekul et al.

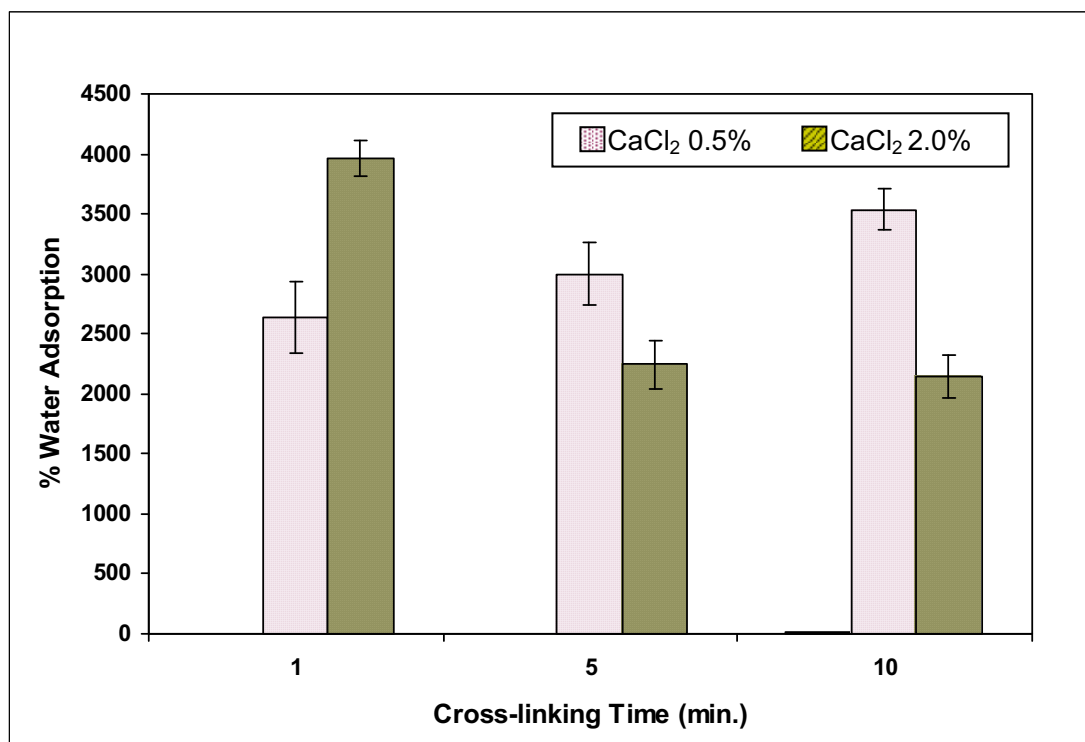


Figure 3 - Wittaya-areekul et al.

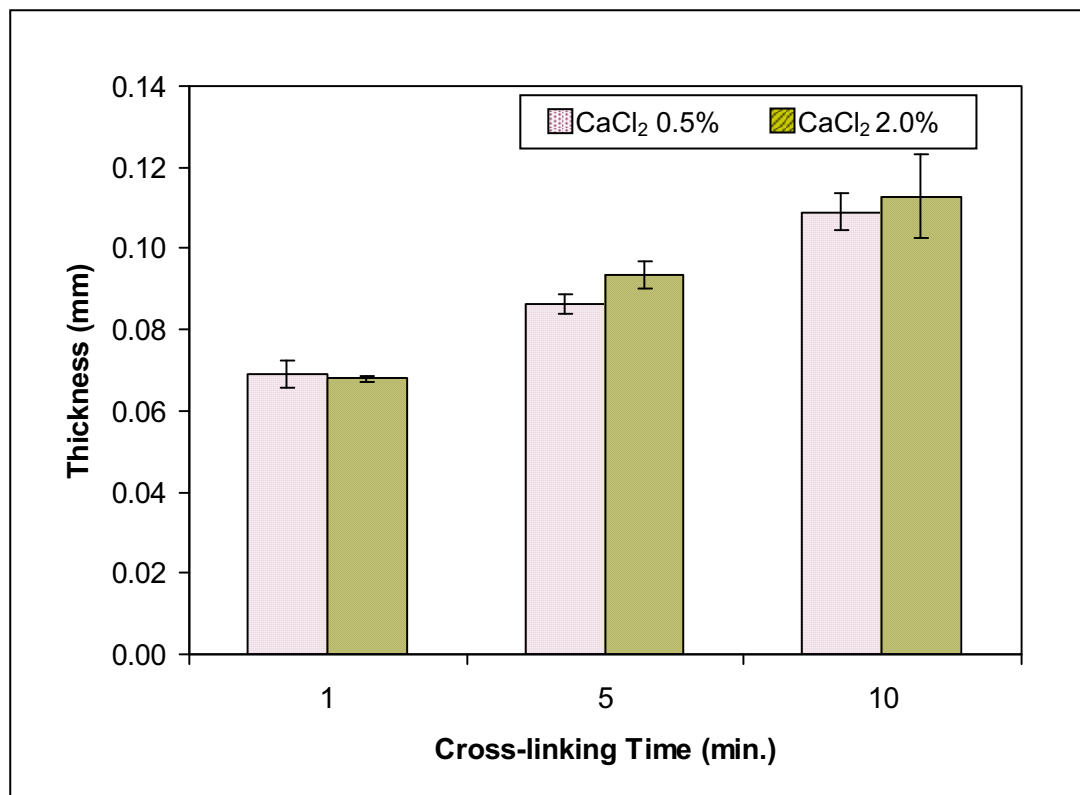
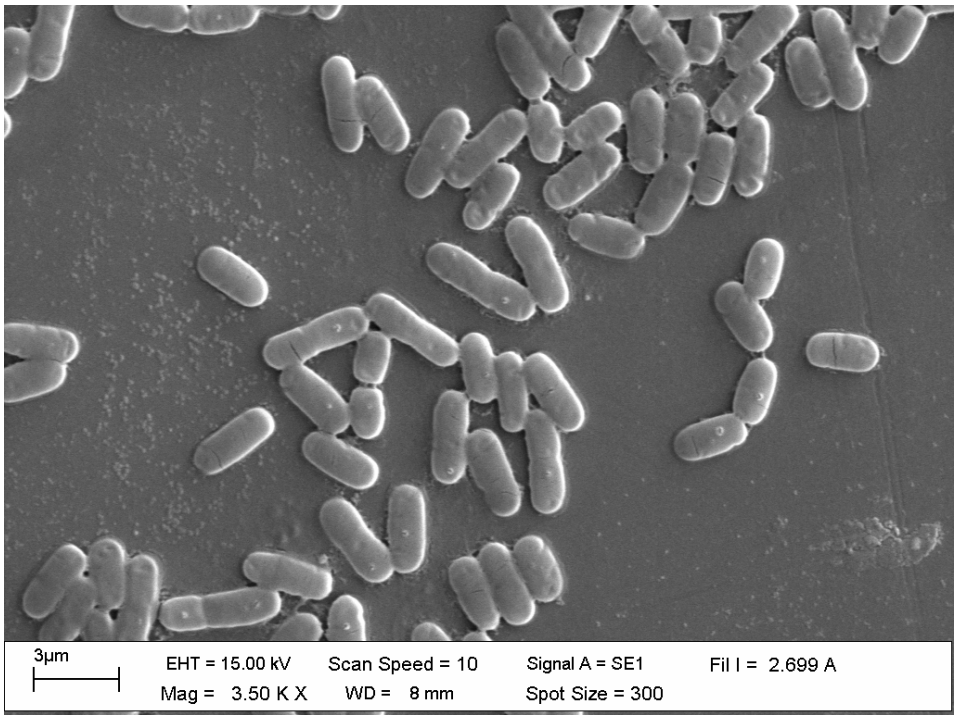


Figure 4 - Wittaya-areekul et al



(a)

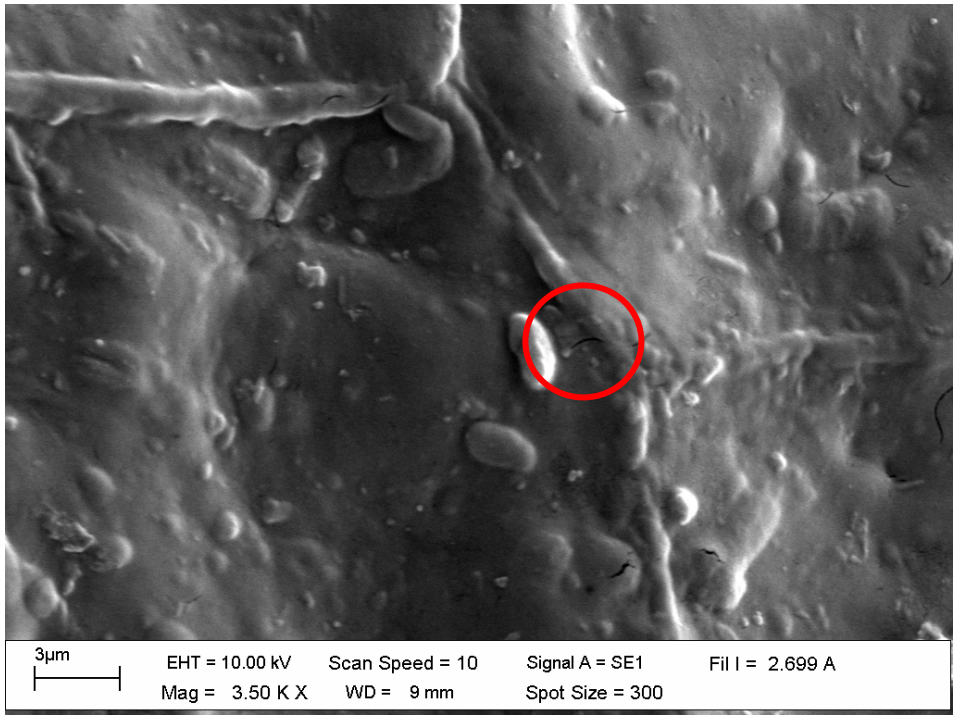


Figure 6 - Wittaya-areekul et al.

ภาคผนวกที่ 6

Development of Seed Coating Formulation for Live Cells of Free-living Plant Growth-Promoting Rhizobacteria

Wittaya-Areekul, S.^{1*}, Jetiyanon, K.², Plianbangchang, P.¹

¹ *Faculty of Pharmaceutical Sciences, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand*

² *Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand*

Abstract

Currently, formulation containing live cells of free-living plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) is in a liquid form. Most products require intensive apparatus and certain conditions for preparation. The objective of this study was to develop the practical formulation for live cells of free-living PGPR. Alginate and pectin was used as film formers and propylene glycol was used as a plasticizer. The formulation was developed with various concentrations of the film components and evaluated for basic film properties, i.e., flexibility, water adsorption and vapor penetration. The films were further cross-linked using calcium chloride solution to improve the film strength. The optimum film formulation was selected for evaluation of appropriate coating method and rhizobacterial survival in the film components using soybean seeds as a model for seed coating. The result showed that rhizobacteria can grow in all of the film formulations. The optimum film formulation contained 2% w/v alginate 4% w/v pectin, and 2% w/v propylene glycol using 0.1 %w/v calcium chloride and 2% w/v propylene glycol as a cross linking solution. This film formulation showed even film formation with excellent water adsorption and vapor penetration. The coating method consisted of spreading 4 mL of polymer mixtures on 10 grams of soybean seeds and then spraying with 0.6 mL of cross linking solution resulted in good film coating feature with minimal coating duration. It was suggested that this seed coating formulation could be benefit for using live cells of PGPR and would be a practical preparation for growers.

Keywords: Rhizobacteria, Growth Promotion, Seed Coating, Wet Film

Outputs:

1. Submitted petty patent to Thailand Intellectual Property Department.
2. Wittaya-Areekul, S., Jetiyanon, K., Plianbangchang, P. Development of Seed Coating Formulation for Live Cells of Free-living Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. Carbohydrate Polymers (manuscript in preparation).

*Corresponding author.

Tel.: 055-261000 ext. 3619; Fax: 055-261057

E-mail: sakchai99@yahoo.com

ภาคผนวกที่ 7

Seed Coating Film of *Bacillus cereus* strain RS87 for Plant Growth Promotion

Jetiyanon, K.^{1*}, Wittaya-areekul, S.², Plianbangchang, P.²

¹*Faculty of Agriculture, Natural Resources, and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand*

²*Faculty of Pharmaceutical Sciences, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand*

Abstract

Plant growth promoting rhizobacterium (PGPR), *Bacillus cereus* strain RS87, has been demonstrated for its efficacy of promoting plant growth in various crops both in greenhouse and field trials. However, application of strain RS87 is still based on using live cells which is routinely prepared in laboratory. The objective of this study was to investigate the feasibility of seed coating film containing spore of strain RS87 for plant growth promotion. Cucumber and pepper were tested. In greenhouse assays, the experiment consisted of 7 treatments including non-treated seed control (NTC), soaking seed with water control (WC), wet-seed coating film control (WFC), dry-seed coating film control (DFC), soaking seed with live cells RS87 (LC-RS87), wet-seed coating film with RS87 spore (WF-RS87spore), and dry-seed coating film with RS87 spore (DF-RS87spore). Three experiments including percentage of emergence (30 replications/treatment), root length (30 replications/treatment), and plant height (12 replications/treatment) were separately investigated. Each experiment was conducted twice. Results showed that DF-RS87spore provided the highest seed emergence of cucumber and pepper. LC-RS87 and WF-RS87spore gave better seed emergence than control treatments. All bacterized treatments (both live cells and spore of RS87) significantly promoted ($P \leq 0.05$) root length and plant height over control treatments. In conclusion, seed coating film with RS87 spore promoted plant growth of cucumber and pepper.

Keywords: Seed Coating Film, *Bacillus cereus* strain RS87, plant growth promotion

Outputs

1. Jetiyanon, K., Wittaya-areekul, S., Plianbangchang, P. Seed Coating Film of *Bacillus cereus* strain RS87 for Plant Growth Promotion. Canadian Journal of Microbiology (manuscript in preparation)

*Corresponding author.

Tel.:0-55-261-000 ext. 2722; Fax:0-55-261-040

E-mail: kanchaleej@nu.ac.th

ภาคผนวกที่ 8

Demographic Characteristics and Channels of Innovations Diffusion in Noen Maprang District, Phitsanulok: An Application for PGPR

Jetiyanon, K.¹ Plianbangchang P.^{2*}, Wittaya-areekul S.²

¹*Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand*

²*Faculty of Pharmaceutical Sciences, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand*

Abstract

Understanding of the community background and proper channel is essential for the success of innovations diffusion in a community. In this study, we investigated the demographic characteristics and acceptable channels of PGPR technology distribution in two villages of Noen Maprang district, Phitsanulok. The study was conducted between November 2006 and June 2007. Responses were gathered from 170 community members by means of a survey with structured questionnaires. Two focus group sessions were conducted with community leaders. The results indicated that the majority (72.9%) of community members in both villages were farmers, with primary school education (74.1%). Most of the respondents cultivated various crops in their fields. The main crop was rice (92.3%), followed by mango (56.1%) and corn (14.6%). Almost all farmers utilized agro-chemicals for plant production. Approximately 50% used only chemicals, whereas 43.8% used a combination of chemicals and natural products. The majority of respondents (83.5%) reported affiliating with at least one group/organization. Economic was the most frequently mentioned reason (83.8%) for joining a group/organization. Most community members (74.1%) received agriculture-related information. The most frequently mentioned source of information was village head (66.7%), followed by district and subdistrict agricultural extensionists (56.3%), community broadcast (55.6%), and television (50.8%). A number of the respondents (78.2%) expressed intention to try alternative method for plant production. Results revealed that the most appropriate means to diffuse new technology was a field-trail demonstration, coupled with a workshop for interested members. Words of mouth from interested members to their social network, i.e., family members and neighbors, then, would be an effective communication channel. This study showed the problem of heavy chemical use that awaited resolution. In addition, community members exhibited interest in more environmental-friendly alternatives. The results from this study were utilized as a strategy to introduce and distribute PGPR knowledge and practice in these communities.

Keywords: Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), diffusion of innovations

Outputs

1. Jetiyanon, K. Plianbangchang P., Wittaya-areekul S. Demographic Characteristics and Channels of Innovations Diffusion in Noen Maprang District, Phitsanulok: An Application for PGPR, Agricultural System (manuscript in preparation).

*Corresponding author.

Tel.:66-5526-1000 ext. 3620; Fax: 66-5526-1057

E-mail: pplianbangchang@nu.ac.th

ภาคผนวกที่ 9

“การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยไรโซแบคทีเรียสู่เกษตรกร”

26 มิถุนายน 2551

ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

I. ความนำ

คณะผู้วิจัย อันประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.กัญชลี เจตียนนท์ สังกัดคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รองศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชัย วิทยาอารีย์กุล และรองศาสตราจารย์ ดร.ภิญญา เปลี่ยนบางช้าง สังกัดคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) เพื่อดำเนินโครงการวิจัยแบบมุ่งเป้า ในหัวข้อ “การพัฒนาสูตรตำรับ ทดสอบประสิทธิภาพ และถ่ายทอดเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชจากไรโซแบคทีเรีย” ระยะเวลา 2 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2549-2551

การดำเนินงานที่ผ่านมาเป็นไปตามแผนการวิจัย โดยผู้วิจัยได้พัฒนาสูตรตำรับปุ๋ยที่มีส่วนผสมของเชื้อไรโซแบคทีเรียที่มีความคงตัว มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ทั้งในภาวะควบคุมและภาคสนาม นอกจากนี้ ยังได้เผยแพร่นวัตกรรม “ปุ๋ยไรโซ” ให้กับเกษตรกรผู้สนใจในอำเภอเนินมะปราง จ.พิษณุโลก ด้วยกระบวนการแพร่กระจายนวัตกรรมที่เหมาะสมกับพื้นที่ นั่นคือ ใช้ผู้นำชุมชน (ผู้ใหญ่บ้าน) ซึ่งเป็นผู้นำทางความคิดของชาวบ้านเป็นจุดเริ่มต้น เพื่อระดมกลุ่มผู้รับนวัตกรรมเร็ว จากนั้นใช้เทคนิคการทดลองเพื่อให้เห็นผลเชิงประจักษ์และการบอกต่อเป็นช่องทางการแพร่กระจาย นวัตกรรมในชุมชนต่อไป เกษตรกรอาสาสมัครได้ทดลองใช้ “ปุ๋ยไรโซ” ทดแทนปุ๋ยเคมีบางส่วนโดยได้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน แต่มีความพึงพอใจกับ “ปุ๋ยไรโซ” มากกว่า เนื่องจากเห็นว่า เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเต็มสูตรอย่างเดียว เช่น แดงก้ามมีรสหวานกว่า เก็บผลผลิตได้นานกว่า เป็นต้น นอกจากนี้ ตลอดระยะเวลาการทดลอง มีเพื่อนบ้านและเกษตรกรจากชุมชนใกล้เคียงซึ่งได้เห็นผลเชิงประจักษ์ของ “ปุ๋ยไรโซ” ให้ความสนใจอีกจำนวนหนึ่ง

ขั้นตอนสุดท้ายของโครงการ คือ การถ่ายทอดนวัตกรรมไรโซแบคทีเรียหรือ “ปุ๋ยไรโซ” สู่เกษตรกร ด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยจึงได้จัดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยไรโซแบคทีเรียสู่เกษตรกร” ขึ้น เพื่อเปิดโอกาสให้เกษตรกรผู้สนใจทั่วประเทศ ได้รับความรู้เกี่ยวกับหลักการของไรโซแบคทีเรียในการเสริมสร้างความเจริญเติบโตให้กับพืช ได้รับชมการสาธิตการผลิต “ปุ๋ยไรโซ” และแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับเกษตรกรอาสาสมัครที่เคยทดลองใช้ผลิตภัณฑ์แล้ว

การอบรมเชิงปฏิบัติการนี้จัดขึ้นในวันพฤหัสบดีที่ 26 มิถุนายน 2551 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก โครงการแบ่งเป็น 2 ช่วง ช่วงเช้าเป็นการสาธิตการผลิต “ปุ๋ยไรโซ” ณ แปลงทดลอง ช่วง

ปายเป็นการบรรยายความรู้และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ที่อาคารคณะเกษตรศาสตร์ ผู้เข้าร่วมโครงการจะได้รับตัวอย่าง “ปุ๋ยไรโซ” เพื่อทดลองใช้คนละ 1 กิโลกรัม

II. ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานเชิงปริมาณ:

จากใบลงทะเบียน (ภาคผนวก 9ก) มีผู้ลงทะเบียน 59 คน แบ่งเป็น ผู้ทรงคุณวุฒิจาก สกว. 2 คน คณะผู้วิจัย 2 คน วิทยากร 3 คน ผู้สังเกตการณ์จาก สกว. 1 คน ผู้สังเกตการณ์จากมหาวิทยาลัยนเรศวร 1 คน และเกษตรกรผู้สนใจ 50 คน

ผลการดำเนินงานเชิงคุณภาพ:

ผลการดำเนินงานเชิงคุณภาพประเมินจากแบบประเมินความพึงพอใจ (ภาคผนวก 9ข) ที่แจกให้ผู้เข้าร่วมโครงการในช่วงพักรับประทานอาหารกลางวัน จากแบบประเมินที่แจก 50 ฉบับ ได้รับกลับคืนมา 48 ฉบับ คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 96

ผู้ตอบแบบประเมินส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70.8) เป็นเพศชาย อายุกระจายกันตั้งแต่ ต่ำกว่า 25 ปีไปจนถึงสูงกว่า 55 ปี โดยเกือบครึ่ง (ร้อยละ 46.8) มีอายุ 51 ปีขึ้นไป ผู้เข้าร่วมโครงการ 14 รายมาจากจังหวัดพิษณุโลก นอกนั้นมาจากจังหวัดราชบุรี (8 ราย) กรุงเทพฯ (7 ราย) สุโขทัย (5 ราย) กำแพงเพชร (4 ราย) พิจิตร (2 ราย) และจันทบุรี ชัยนาท ชัยภูมิ นครปฐม ปทุมธานี ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรปราการ และอุดรธานี จังหวัดละ 1 ราย

ผู้เข้าร่วมโครงการเกินครึ่ง (ร้อยละ 62.5) ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก ที่เหลือมีอาชีพค้าขาย/ประกอบธุรกิจ หรือรับราชการ (หรือเป็นข้าราชการบำนาญ) โดยประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพเสริมหรืองานอดิเรก

ช่องทางสื่อสารที่เข้าถึงผู้เข้าร่วมโครงการครั้งนี้มากที่สุด คือ การประชาสัมพันธ์ของผู้ให้ทุนผ่านหนังสือพิมพ์เดลินิวส์ (เข้าถึงผู้เข้าร่วมโครงการร้อยละ 74.5) รองลงมาเป็น การสื่อสารจากปากต่อปาก คือ รับทราบจากผู้วิจัยโดยตรง (ร้อยละ 12.8) และวิทยุคลื่น สวท.พิษณุโลก (ร้อยละ 6.4)

การประเมินความพึงพอใจต่อโครงการแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การบริหารจัดการและวิชาการ ตัวเลือกแบบประเมินเป็นแบบ dichotomous (พอใจ/ไม่พอใจ) พร้อมให้ระบุข้อเสนอแนะหากผู้ประเมินไม่พึงพอใจต่อประเด็นนั้นๆ

ในภาพรวม ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจต่อการบริหารจัดการเกินร้อยละ 80 ทุกด้าน (ตารางที่ 1) โดยเฉพาะด้านอาหารและเครื่องดื่มและสถานที่บรรยายช่วงปาย (ห้อง AG 2303 คณะ

เกษตรศาสตร์) ที่ผู้เข้าร่วมโครงการทุกคนมีความพึงพอใจ ด้านที่ได้รับความพึงพอใจจากผู้เข้าร่วมโครงการน้อยที่สุด คือ การประชาสัมพันธ์โครงการ โดยมีข้อเสนอแนะว่า ควรประชาสัมพันธ์ให้ทั่วถึงมากกว่านี้ เช่น การติดป้ายประชาสัมพันธ์ตามสำนักงานเกษตรจังหวัด เกษตรตำบล ประชาสัมพันธ์ผ่าน อปท. การใช้สื่อที่เข้าถึงเกษตรกร เช่น หนังสือพิมพ์ไทยรัฐและเดลินิวส์ วิทยุชุมชน หรือรายการโทรทัศน์สำหรับเกษตรกร เป็นต้น

นอกจากนี้ ผู้เข้าร่วมโครงการบางรายยังมีข้อเสนอแนะให้จัดอบรมในระยะเวลาสั้นขึ้น โดยมีข้อเสนอเป็น 2 วัน (5 ราย) จัดในวันหยุดสุดสัปดาห์ (3 ราย) และควรจัดที่กรุงเทพฯ เพื่อให้ผู้สนใจจากต่างจังหวัดสามารถเข้าร่วมประชุมได้สะดวกขึ้น (5 ราย)

ตารางที่ 1 ความพึงพอใจต่อการบริหารจัดการโครงการฯ

ด้าน...	จำนวนผู้ที่พึงพอใจ (ร้อยละ)
1. วันที่จัดโครงการ (26 มิ.ย. 51) (n=46)	42 (91.3)
2. จำนวนวันที่จัดโครงการ (1 วัน) (n=47)	43 (91.5)
3. การประชาสัมพันธ์ (n=46)	39 (84.8)
4. การเดินทาง (n=46)	40 (87.0)
5. การลงทะเบียนและการต้อนรับ (n=47)	44(93.6)
6. อาหารและเครื่องดื่ม (n=46)	46 (100.0)
7. สถานที่ช่วงเช้า (แปลงสาธิต) (n=45)	39 (86.7)
8. สถานที่ช่วงบ่าย (คณะเกษตรฯ) (n=45)	45 (100.0)

ในด้านวิชาการ ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจต่อการบริหารจัดการเกินร้อยละ 80 ทุกด้านเช่นกัน (ตารางที่ 2) โดยการบรรยายในช่วงบ่ายได้รับความพึงพอใจจากผู้เข้าร่วมโครงการทุกคน ด้านที่ได้รับการประเมินต่ำที่สุดในกลุ่มนี้ คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการในภาพรวม ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยยังไม่สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีทั้งหมดในการผลิตปุ๋ยไรโซให้กับเกษตรกรได้ด้วยข้อจำกัดด้านเครื่องมือ วิทยาศาสตร์และเทคนิคการเลี้ยงเชื้อขั้นสูง โดยเกษตรกรยังจำเป็นต้องขอรับเชื้อไรโซแบคทีเรียจากห้องปฏิบัติการทุกครั้ง เพื่อนำไปผลิตปุ๋ยไรโซ จึงทำให้เกษตรกรจำนวนหนึ่งรู้สึกว่าการอบรมครั้งนี้ยังไม่เกิดประโยชน์สูงสุดกับตนเอง

นอกจากนี้ ผู้เข้าร่วมโครงการ 5 รายยังเห็นว่า การสาธิตในช่วงเช้ามีรายละเอียดน้อยเกินไปจนไม่เข้าใจ มี 2 รายเสนอให้จัดสถานที่ชมการสาธิตที่เป็นอาคาร กันแดดได้ และมี 1 รายที่เสนอแนะว่า ควรแบ่งกลุ่มเข้าชมการสาธิตให้ชัดเจน เพื่อความเป็นระเบียบ

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจต่อนเนื้อหาวิชาการของโครงการฯ

ด้าน...	จำนวนผู้ที่พึงพอใจ (ร้อยละ)
1. ความสามารถของวิทยากร (n=46)	45 (97.8)
2. เวลาการสาธิตผลิตปุ๋ยช่วงเช้า (n=45)	42 (93.3)
3. เวลาการบรรยายช่วงบ่าย (n=44)	44 (100.0)
4. การเปิดโอกาสให้ซักถามแลกเปลี่ยน (n=45)	43 (95.6)
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการในภาพรวม (n=44)	37 (84.1)

เมื่อสอบถามถึงความสนใจในการเข้ารับการอบรมในลักษณะเดียวกันในครั้งต่อไป ผู้เข้าร่วมโครงการทุกคนแสดงความจำนงเข้าร่วมโครงการ พร้อมทั้งให้ชื่อ-ที่อยู่และหมายเลขโทรศัพท์ติดต่อไว้กับผู้วิจัย

III. บทสรุป

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ “การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยไรโซแบคทีเรียสู่เกษตรกร” เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาสูตรตำรับ ทดสอบประสิทธิภาพ และถ่ายทอดเทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชจากไรโซแบคทีเรีย” ที่ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยแบบมุ่งเป้าจาก สกว. ผลการดำเนินงานพบว่า ประสบผลสำเร็จทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยมีผู้เข้าร่วมโครงการ 59 คนจากจังหวัดต่างๆ ทั้งภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ตอนบนของประเทศ ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจต่อประเด็นต่างๆ ของการจัดโครงการในระดับดีมาก

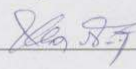
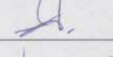
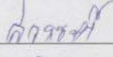
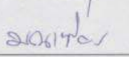
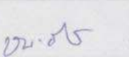
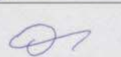
ผลจากการจัดโครงการครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความสนใจของเกษตรกรในการแสวงหาทางเลือกในการเกษตร โดยเฉพาะในยุคที่ปุ๋ยเคมีมีราคาแพง ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้สูงในด้านการตลาดที่จะพัฒนานวัตกรรม “ปุ๋ยไรโซ” สู่เกษตรกรต่อไป อย่างไรก็ตาม อุปสรรคสำคัญที่ต้องข้ามผ่านให้ได้เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้สู่เกษตรกรอย่างแท้จริง คือ การเพาะเลี้ยงเชื้อไรโซแบคทีเรีย ซึ่งในปัจจุบันต้องการเครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคนิคการเลี้ยงเชื้อขั้นสูง เกษตรกรไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เอง จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหา

ปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดโครงการ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการจัดโครงการครั้งต่อไป คือ การประชาสัมพันธ์ โดยผู้เข้าร่วมโครงการเสนอแนะให้ใช้สื่อที่เข้าถึงเกษตรกรมากขึ้น เช่น หนังสือพิมพ์ไทยรัฐหรือเดลินิวส์ การติดป้ายประชาสัมพันธ์ตามสำนักงานเกษตรจังหวัดหรือเกษตรตำบล เป็นต้น

ใบลงทะเบียน

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ
"การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยไรโซแบคทีเรียสู่เกษตรกร"

26 มิถุนายน 2551 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	ลายเซ็น
10	นาย ชลธิช ศรีจันทร์ทอง	 081-6665979
11	ร.ต. รสโรจน์ อดิสรณ์พัฒนา	 0847106963
12	นางบุษยามะ รอดมณีวงศ์	85511 099-9432140
13	รศ.อริสรา วัฒนาว	 08-9402-9443
14	นศ.ศุภโชค ทวีภักดิ์	 10870250260
15	นาย ธีรธรรม จันทะทอง	 087-3085059
16	นางสาว นิชฌม ชิตล	 0848489004
17	อศ.ประวิทย์ กว.น.ศรีสุภาภ	 0816017116
18	นาย ศุภรต วัฒนสุภา	 089-4144458
19	นาย ประวิทย์ วัฒนสุภา	 089-4144458
20	นางสาว นิชฌม ชิตล	 081-7052169
21	นางสาว นิชฌม ชิตล	 086 0073577
22	นางสาว นิชฌม ชิตล	 083 603539
23	นาย อัครเดช วัฒนสุภา	 089-9882902
24	รศ.อริสรา วัฒนาว	
25	นาย ธีรธรรม จันทะทอง	055 811448
26	รศ.อริสรา วัฒนาว	084939450
27	นางสาว นิชฌม ชิตล	081-7073216
28	นศ.ศุภโชค ทวีภักดิ์	 089-5682077
29	อ.วิมล ทวีภักดิ์	089-7067334 

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ
"การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยไรโซแบคทีเรียสู่เกษตรกร"

[illegible]

ใบลงทะเบียน

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ
"การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยไรโซแบคทีเรียสู่เกษตรกร"

26 มิถุนายน 2551 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	ลายเซ็น
38	นางอรรณี วัฒนพุก	อรรณี วัฒนพุก 081-2844949
39	นาง นิตยา นิลมณี	นิตยา นิลมณี 089-9028876
40	นางสมบุญ เรืองดำ	สมบุญ เรืองดำ 086-1658568
41	น.ส. ชฎาภรณ์ ธีระวงศ์	ชฎาภรณ์ ธีระวงศ์ 0833381982
42	นาง ลินดา วัฒนศิริ	
43	นางนิตยา นิลมณี	นิตยา
44	นางสาว อรุณรัตน์ ธีระวงศ์	อรุณรัตน์ ธีระวงศ์ 0860946483
45	นาย ชัยวัฒน์ ชาญสวัสดิ์	ชัยวัฒน์ ชาญสวัสดิ์ 0919293998
46	นางดา อรุณ	อรุณ 0862032161
47	นาง นิตยา นิลมณี	นิตยา 087-8292505
48	นาง สันติยา นิลมณี	สันติยา 085 2836357
49	นาย ธีระวงศ์ ธีระวงศ์	ธีระวงศ์ 081-5334587

ใบลงทะเบียน

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ
"การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยโรโซแมคที่เรียวสุเกษตรกร"

26 มิถุนายน 2551 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	ลายเซ็น
50	นางสาววิมล วัฒนารัตน	วิมล
51	นางสาววิมล วัฒนารัตน	วิมล 0815338043
52	นาย อธิ จันทพันธ์	อธิ 084-1954939
53	นายสุวิทย์ วัฒนารัตน	
54	นายทวีสิทธิ์ วัฒนารัตน	ทวีสิทธิ์
55	นาย วิชาญ วัฒนารัตน	
56	นายวิวัฒน์ วัฒนารัตน	
57	นาย วิชาญ วัฒนารัตน	วิชาญ 084-7293969
58	นาย อธิ วัฒนารัตน	อธิ 084-1954939
59	นาย อธิ วัฒนารัตน	อธิ 081-9625213

ภาคผนวก 9ข
แบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจ

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ
"การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยไรโซแบคทีเรียสู่เกษตรกร"

26 มิถุนายน 2551 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก

คำชี้แจง:

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อรับทราบระดับความพึงพอใจที่ท่านมีต่อแง่มุมต่างๆ ของโครงการ ผลการประเมินจะนำไปใช้ปรับปรุงการจัดโครงการครั้งต่อไป

โปรดทำเครื่องหมายถูก (✓) ในช่องสี่เหลี่ยม (□) ด้านหน้า/ด้านล่างของข้อความ หรือตอบคำถามในช่องว่างตามความเป็นจริง

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของท่าน

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 25 ปี ☐ 25-30 ปี ☐ 31-35 ปี ☐ 36-40 ปี
 ☐ 41-45 ปี ☐ 46-50 ปี ☐ 51-55 ปี ☐ มากกว่า 55 ปี

3. อาชีพหลัก ☐ เกษตรกรรม ☐ อื่นๆ คือ

4. ภูมิลำเนา ☐ จังหวัดพิษณุโลก ☐ อื่นๆ คือ จังหวัด

5. ท่านได้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการนี้จาก
☐ อาจารย์กัญชลี ☐ หนังสือพิมพ์ ☐ วิทยุ คลื่น ☐ โทรทัศน์ ช่อง
☐ หอกระจายข่าวหมู่บ้าน ☐ อื่นๆ คือ

ส่วนที่ 2: ความพึงพอใจต่อโครงการ

2.1 ส่วนการบริหารจัดการ

ด้าน...	ระดับความพึงพอใจ		ข้อเสนอแนะ
	พอใจ	ไม่พอใจ	
1. วันที่จัดโครงการ (26 มิ.ย. 51)			ควรเป็น
2. จำนวนวันที่จัดโครงการ (1 วัน)			ควรเป็น
3. การประชาสัมพันธ์			ควรเป็น
4. การเดินทาง			ควรเป็น
5. การลงทะเบียนและการต้อนรับ			ควรเป็น
6. อาหารและเครื่องดื่ม			ควรเป็น
7. สถานที่ช่วงเช้า (แปลงสาธิต)			ควรเป็น
8. สถานที่ช่วงบ่าย (คณะเกษตรกรฯ)			ควรเป็น

แบบประเมินโครงการอบรมปุ๋ยไรโซ 26 มิ.ย. 51

หน้า 1/2

2.2 ส่วนเนื้อหาการอบรม

ด้าน...	ระดับความพึงพอใจ		ข้อเสนอแนะ
	พอใจ	ไม่พอใจ	
1. ความสามารถของวิทยากร			ควรเป็น
2. เวลาการสาธิตผลิตภัณฑ์ช่วงเช้า			ควรเป็น
3. เวลาการบรรยายช่วงบ่าย			ควรเป็น
4. การเปิดโอกาสให้ซักถามแลกเปลี่ยน			ควรเป็น
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการในภาพรวม			ควรเป็น

ถ้ามีการจัดโครงการเช่นนี้อีก ท่านสนใจเข้าร่วมหรือไม่

☐ ไม่สนใจ

☐ สนใจ กรุณาให้ชื่อ-ที่อยู่สำหรับติดต่อ

ชื่อ - สกุล

ที่อยู่

หมายเลขโทรศัพท์

© ขอขอบคุณที่กรุณาสละเวลาตอบแบบประเมินชุดนี้ ©

ด้าน...	ระดับความพึงพอใจ		ข้อเสนอแนะ
	พอใจ	ไม่พอใจ	
1. ความสามารถของวิทยากร			ควรเป็น
2. เวลาการสาธิตผลิตภัณฑ์ช่วงเช้า			ควรเป็น
3. เวลาการบรรยายช่วงบ่าย			ควรเป็น
4. การเปิดโอกาสให้ซักถามแลกเปลี่ยน			ควรเป็น
5. ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการในภาพรวม			ควรเป็น
6. สถานที่จัดงาน (จัดเป็น 2 วัน)			ควรเป็น
7. สถานที่จัดงาน (จัดเป็น 1 วัน)			ควรเป็น
8. สถานที่จัดงาน (จัดเป็น 2 วัน)			ควรเป็น

ภาพกิจกรรม



แผ่นป้ายต้อนรับผู้เข้าร่วมโครงการบริเวณแปลงสาธิต



ผู้เข้าร่วมโครงการรับฟังการอธิบายส่วนผสมของปุ๋ยไรโซ



รศ.ดร.กัญชลี เจตียนนท์ วิทยากร



ชมการสาธิตที่หน่วยผลิตบริเวณแปลงทดลอง



รับฟังการบรรยายกรรมวิธีการผลิตเชื้อไรโซแบคทีเรียและการเตรียมผลิตภัณฑ์
ที่คณะเกษตรศาสตร์ฯ



นางเยี่ยม จุฑาฉาย หนึ่งในเกษตรกรอาสาสมัคร แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้เข้าร่วมโครงการ



บรรยากาศการซักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น



ถ่ายภาพร่วมกันเป็นที่ระลึก