เอกสารอ้างอิง

กองโรคพืชและจุลชีววิทยา. 2536. โรคพืชและจุลชีววิทยา. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 174 หน้า.

กัญชลี เจติยานนท์. 2542. โรคพืชวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร 295 หน้า.

เกษม สร้อยทอง. 2532. การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 326 หน้า.

จตุพร ใจดี, วิยะดา ลอยไสว และแอนนา จรุงรุ่งเรืองชัย. 2541. สวนส้ม 2000. บริษัท เอฟ.อี.ซิลลิค (กรุงเทพฯ) จำกัด. กรุงเทพฯ. 292 หน้า.

จิระเดช แจ่มสว่าง. 2544. การควบคุมโรคพืชและแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี. หน้า 1-20. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ โครงการ การถ่ายทอดเทคโนโลยีทางด้านคลินิกสุขภาพพืช. นครปฐม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ทวี เก่าศิริ. 2548. *Phytophthora* ศัตรูพืชที่สำคัญ. หน้า 28-37. ในรายงานการประชุม 25 ปี สมาคมนักโรคพืชแห่งประเทศไทย ณ โรงแรม มารวย การ์เด้น วันที่ 27 พฤษภาคม 2548 กรุงเทพมหานคร.

ทวีศักดิ์ ชัยเรืองยศ. 2548. "เตรียมข้อมูลให้ดีก่อนตัดสินใจปลูกส้มโชกุน-สายน้ำผึ้ง". [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.news.cedis.or.th/detail.php?id=1943&lang=en&group_id=1 (18 พฤษภาคม 2553)

ธวัชชัย เปรมศรี, นิพนธ์ วิสารทานนท์ และดุษณี ธนะบริพัฒน์. 2541. เชื้อรา *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* สาเหตุชนิดใหม่ของโรคโคนต้นเน่าและรากเน่าโป๊ยเซียน. 297 หน้า. ในรายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36. วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2541. กรุงเทพมหานคร.

นิพนธ์ ทวีชัย. 2538. งานวิจัยในปัจจุบันด้านการใช้แบคทีเรียบางชนิดควบคุมโรคพืชโดยวิธีชีวภาพ. หน้า 118-129. ในสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการควบคุมศัตรูพืช. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและกรมวิชาการเกษตร.

นิด ชากังราว. 2544. ส้มปลอดโรคในศตวรรษที่ 21. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพมหานคร. หน้า 13-17.

บ้านส้มเขียวหวาน. 2553. “ส้มสายน้ำผึ้ง”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.phtnet.org/postech/web/tangerine/pages/tangerine/sainamphung.htm (20 พฤษภาคม 2553)

ปนัดดา อินพิทักษ์ และ และ อังสนา อัครพิศาล. 2552. การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่อาศัยในดินบริเวณรากเพื่อควบคุมโรครากเน่าของส้มและศักยภาพของเชื้อในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช. หน้า 1-8. ในวารสารเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ปีที่ 25 ฉบับพิเศษ. วันที่ 27 พฤศจิกายน 2552. เชียงใหม่.

พิสสวรรณ เจียมสมบัติ. 2540. เทคนิค Polymerase chain reaction (PCR). หน้า 22-27. ในเอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการอณูชีววิทยาทางโรคพืช เรื่อง การตรวจและวิเคราะห์ดีเอ็นเอของเชื้อสาเหตุโรคพืชด้วยเทคนิค Hybridization และ PCR. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

มณจันทร์ เมฆธน. 2536. ศักยภาพของเชื้อ *Bacillus subtilis* AP01 ในการป้องกันกำจัดเชื้อสาเหตุของโรคพืช. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 11: 9-20

รวี เสรฐภักดี. 2542. เทคโนโลยีการผลิตส้ม. รายงานเรื่องการพัฒนาสวนส้มสู่ ค.ศ. 2000. รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

รัญ เจริญศิริ และรัชนี คงคาฉุยฉาย. 2551. โภชนาการกับผลไม้. สำนักพิมพ์สารคดี. กรุงเทพมหานคร. หน้า 84.

สวนส้ม 2000. 2545. สวนส้ม 2000. บริษัทจันทริกา จำกัด. 292 หน้า.

สมคิด ดิสถาพร. 2549. เชื้อจุลินทรีย์ควบคุมศัตรูพืช. กรุงเทพฯ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและกรมวิชาการเกษตร. 298 หน้า.

สืบศักดิ์ สนธิรัตน. 2540. การจัดการโรคพืช. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 116-131.

สุฐิตา สิงคารวานิช และ ทวีรัตน์ วิจิตรสุนทรกุล. 2552. เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถละลายฟอสเฟสในดินเพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ. วิทยาศาสตร์เกษตร 40: 1 (พิเศษ): 225-228.

สุณีรัตน์ สีมะเดื่อ, จิระเดช แจ่มสว่าง, อำไพวรรณ ภราดร์นุวัฒน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2540. การประยุกต์ใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* เพื่อควบคุมโรครากเน่าของส้มเขียวหวาน ซึ่งเกิดจากเชื้อรา *Phytophthora parasitica* ในสวนของเกษตรกร. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35 วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์. ภาควิชาโรคพืชและภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

สุรินทร์ ปิยะโชคณกุล. 2545. จีโนมและเครื่องหมายดีเอ็นเอ ปฏิบัติการอาร์เอพีดีและเอเอฟแอลพี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 116 หน้า.

สุนทร พิพิธแสงจันทร์ และสมศักดิ์ ตันจะโข. 2545. โปรแกรมวินิจฉัยศัตรูส้มโชกุนและอาการผิดปกติของส้มโชกุน. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

เสาวนีย์ ธรรมสถิติ. 2547. แบคทีเรียทางเทคโนโลยีชีวภาพ เซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหิดล. 218 หน้า.

อนุภาพ ภาสุระ. 2536. การผลิตมวลชีวภาพเชื้อรา *Trichoderma harzianum* โดยกระบวนการหมักของเหลวเพื่อใช้ในงานควบคุมเชื้อราโรคพืชทางชีววิธี. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน. กรุงเทพฯ

อภิชาต ศรีสอาด. 2543. 8 เซียนสวนส้ม. บริษัท ก. พล (1996) จำกัด. กรุงเทพมหานคร.

อังสนา อัครพิศาล. 2546. เทคนิค Polymerase chain reaction (PCR). ในเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง DNA Fingerprint and Detection of Genetically Modified Soybeans by the Polymerase chain reaction. โครงการย่อยบัณฑิตศึกษาและวิจัย สาขาเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อำไพวรรณ ภราดร์นุวัตน์, นิพนธ์ ทวีชัย และปราณี ฮัมเมอลิงค์. 2544. เทคโนโลยีการผลิตส้มและการจัดการ. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

อำไพวรรณ ภราดร์นุวัฒน์, วิชัย ก่อประดิษฐ์สกุล, วิเชียร กำจายภัย, สุพัฒน์ อรรถธรรม และ นิพนธ์ ทวีชัย. 2527. โรคส้มในประเทศไทย. หจก. ฟันนี่พับบลิสชิ่ง กรุงเทพ. 126 หน้า.

องอาจ เติมเกียรติไพศาล, จิระเดช แจ่มสว่าง, อำไพวรรณ ภราดรนุวัฒน์ และรวี เสรฐภักดี. 2534. การคัดเลือกจุลินทรีย์ดิน เพื่อควบคุมโรครากเน่าฟัยทอฟทอราของส้มเขียวหวานโดยชีววิธี. หน้า 319-330. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29 4-7 กุมภาพันธ์ 2534 รายงานผลการวิจัย สาขาพืช. กรุงเทพฯ, 2534,

Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5th edition. Academic Press. San Diego. California. USA. 922 pp.

Ahn, I. P., Park, K. and Kim, C. H. 2002. Rhizobacteria-induced resistance perturbs viral disease progress and triggers defense related gene expression. Molecules and Cells 13: 302-308.

Bekker, T. F., Labuschagne, N., Aveling, T. and Kaiser, C. 2007. The inhibition of Phytophthora root rot of avocado with potassium silicate application under greenhouse conditions. South African Avocado Growers' Association Yearbook 30: 49-56.

Bonants, P., Hagenaar-de, W. M., Gent-Pelzer, M., Lacourt, I., Cooke, D. and Duncan, J. 1997. Detection and identification of *Phytophthora fragarie* Hickman by the polymerase chain reaction. European Journal of Plant Pathology 103: 345-335.

Bowman, K. D., Albrecht, U., Graham, J. H. and Bright, D. B. 2007. Detection of *Phytophthora nicotianae* and *P. palmivora* in citrus roots using PCR-RFLP in comparison with other methods. Plant Pathology 119: 143–158.

Bhai, R. S. and Sarma, Y. R. 2003. Pigmentation and growth-temperature response of *Phytophthora meadii* and *P. nicotianae* var. *nicotianae* infecting cardamom (*Elettaria cardamomum* Maton). Journal of Spices and Aromatic Crop 12(2): 158-161.

Cao, L., Qiu, Z., You, J., Tan, H. and Zhou, S. 2005. Isolation and characterization of endophytic streptomycete antagonists of fusarium wilt pathogen from surfacesterilized banana roots. FEMS Microbiology Letters 247: 147-152.

Cook, R. J. and Baker, K. F. (1983). The nature and practice of biological control of plant pathogens. American Phytopathological Society 539p.

Downer, A. J., Menge, J. A., and Pond, E. 2001. Effects of cellulytic enzymes on *Phytophthora cinnamomi*. Phytopathology 91: 839-846.

Díaz deVillegas M. E., Villa, P. and Frías, A. (2002). Evaluation of the siderophores production by *Pseudomonas aeruginosa* PSS. Microbiology 44(3-4): 112-117.

Gong, C. S., Cao, N. J. and Tsao, G. T. 1999. Ethanol production from renewable resources. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology. Recent Progress in Bioconversion of Lignocellulosics 65, Springer-Verlag, Berlin: 207-241.

Graham, J. H. and Menge, J. A. 1999a. Root diseases. In: Timmer LW and Duncan LW(eds). Citrus Health Management: 126–135.

Graham, J. H. and Timmer, L. W. 2003b. Phytophthora Diseases of Citrus. Institute of Food and Agricultural Sciences. (online). Available http://polkhort.ifas.ufl.edu/documents/publications/Phytophthora%20Diseases%20of%20CiCitr.pdf (20 May 2010)

Grote, D. and Gabler, J. 1999. Quantification of *Phytophthora nicotianae* in tomato plants. Journal of Plant Disease and Protection 106: 445-454.

Gupta, R., Sexena, R.K., Chaturvedi, P., and Viridi, J.S. 1995. Chitinase production by *Streptomyces viridifieans* : its potential in fungal cell wall lysis. Appllied Bacteriol. 78: 378-383.

Hansen, E. 2001. Root disease pathogens of international concern. (Online). Available: http://www.apsnet.org/online/proceedings/ExoticPest/Papers/hansen.htm. (19 September 2010)

Hsu, S. C. and Lockwood, J. L. (1975). Powdered chitin agar as a selective medium for enumeration of Actinomycetes in water and soil. Applied Microbiology 29: 422-426.

Hyun, J. W., Lee, S. C., Kim, K. S. and Jee, H. J. 2001. *Phytophthora*-Induced Diseases on Citrus in Jeju Island. Plant Pathology 17(3): 184-188

Ippolito, A., Schena, L. and Nigro, F. 2002. Detection of *Phytophthora nicotianae* and *P. citrophthora* in citrus roots and soils by nested PCR. Plant Pathology 108: 855–868.

Jigang, H., Lei, S., Xiuzhu, D., Zhengqiu, C., Xiaolu, S., Hailian, Y., Yunshan, W. and Wei, S. 2005. Characterization of a novel plant growth-promoting bacteria strain *Delftia tsuruhatensis* HR4 both as a diazotroph and a potential biocontrol agent against various plant pathogens. Systematic and Applied Microbiology 28: 66–76.

Jones, K. and Shew, H. D. 1988. Immunoassay procedure for the detection of *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae* in soil. Phytopathology 78: 1577.

Judelson, H. S., and Blance, F. A. 2005. The spores of Phytophthora: weapons of the plant destroyer. Nature Review Microbiology 3: 47-58.

Kumar, B. S. D. 1999. Fusarial wilt suppression and crop improvement through two rhizobacterial strains in chick pea growing in soils infested with *Fusarium oxysporum f.sp. ciceris*. Biology and Fertility of Soils 29: 87-91.

Klisiewicz, J. M. 1977. Identity and relative virulence of some Heterothallic Phytophthora species associated with root and stem rot of safflower. Phytopathology 67: 1174-1177.

Lacourt, I. and Duncan, J. M. 1997. Specific detection of *Phytophthora nicotianae* using the polymerase chain reaction and primers based on the DNA sequence of its elicitin gene ParAl. European Journal of Plant Pathology 103: 73-83.

Lemessa, F. and Zeller, W. 2007. Screening rhizobacteria for biological control of *Ralstonia solanacearum* in Ethiopia. Biological Control 42: 336-344.

Loon, L. C. V., Bakker, P. A. H. M. and Pieterse, C. M. J. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. Annual Reviews of Phytopathology 36:453-83.

Lumsden, R. D., Lewis, J. A. and Fravel, D. R. 1995. Formulation and delivery of biocontrol agents for use against soilborne plant pathogen. pp. 166-182 *In*: F. R. Hall and J. W. Barry, (eds). Biorational Pest Control Agents Formulation and Delivery.. American Chemical Society, Washington, DC.

Mahadthanapuk, S., Sanguansermsri, M., Cutler, R. W., Sardsud, V. and Anuntalabhochai, S. 2007. Control of anthracnose caused by *Colletotrichum musae* on *Curcuma alismatifolia* Gagnap. using antagonistic *Bacillus* spp. American Journal of Agriculture and Biological Sciences 22: 54-61.

McDonald, J. D., Stindes, J. and Kabgashima, J. 1990. Comparison of serological culture plate methods for detecting species of *Phytophthora*, *Pythium* and *Rhizoctonia* in ornamental plant Plant Disease 78: 607-611.

Murphy, J. F. and Zehnder, G. W. 2000. Plant growth-promoting rhizobacteria mediated protection in tomato againsttomato mottle virus. Plant Disease 84: 779-784.

Nelson, L. M. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Prospects for new inoculants. Crop Management Doi: 101094/Cm-2004-0301-05-RV.

Oejijono, M., Line, A. and Dragar, C. 1993. Isolation of bacteria antagonistic to a range of plant pathogenic fungi. Soil Biology & Biochemistry. Exeter : Pergamon Ptess. 25: 247-250.

Okazaki, K., and Tagawa, K. 1991. Purification and properties of chitinase from *Streptomyces cinereoruber* ferment. Bioeng. 71: 237-241

Orbovi´c, V., Syvertsen, J. P., Bright, D., Clief, D. L. V. and Graham, J. H. 2008. Citrus seedling growth and susceptibility to root rot as affected by phosphite and phosphate. Journal of Plant Nutrition 31: 774–787.

Pongpisutta, R. and Sangchote, S. 2004. Morphological and host range variability in *Phytophthora palmivora* from durain in Thiland. pp 53-58. *In*: Drenth, A. and Guest, D. I. (ed)., Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia. Australian Center for International Agricultural Research. Canberra.

Probanaza, A., Lucas, G.J.A., Ruiz, P.M., Ramos, B. and Gutierrez, M.F.J. 2002. Pinus pinea L. seedling growth and bacterial rhizosphere structure after inoculation with PGPR Bacillus (*B. licheniformis* CECT 5106 and *B. pumilus* CECT 5105). Applied Soil Ecology 20: 75-84.

Queiroz, B. P. V. and Melo, I. S. (2006). Antagonism of *Serratia marcescens* towards *Phytophthora parasitica* and its effects in promoting the growth of citrus. Brazilian Journal of Microbiology 37: 448-450.

Ristaino, J. B., and Gumpertz, M. L. 2000. New Frontiers in the study of dispersal and spatial analysis of epidemics caused by species in the genus Phytophthora. Annual Reviews of Phytopathology 38: 541-576.

Schena, L., Nigro, F. and Ippolito, A. 2002. Identification and detection of *Rosellinia necatric* by conventional and real-time Scorpio-PCR. European Journal of Plant Pathology 108: 355-366.

Shoda, M. 2000. Bacterial control of plant diseases. Bioscience and Bioengineering 89(6): 515-521.

Siddiqui, Z. A. and Mahmood, I. 1999. Role of bacteria in the management of plant parasitic nematode. Bioresource Technology 69: 167-179.

Sigee, D. C. 1993. Bacterial Plant Pathology Cell and Molecular Aspecta. Britain University Press, Sunderland. pp 273-283.

Silvar, C., Duncan, J. M., Cooke, D. E. L., Williams, N. A., Diaz, J. and Merino, F. 2005. Development of specific PCR primer for identification and detection of *Phytophthora capsici* Leon. European Journal of Plant Pathology 112: 43-52.

Szczech, M. and Shoda, M. 2006. The effect of mode of application of *Bacillus subtilis* RB14-C on its efficacy as a biocontrol agent *Rhizoctonia solani*. Journal of Phytophathology 154: 370-377.

Tsai, H. L.,Huang, L. C., Ann, P. J. and Liou, R. F. 2006. Detection of orchid Phytophthora disease by nested PCR. Botanical Studies 47: 379-387.

Tyler, B. M. 2007. *Phytophthora sojae*: root rot pathogen of soybean and model oomycete. Molecular Plant Pathology 8: 1-8.

Tamehiro, N.O., Hosoyan, Y., Okamoto, S., Ubukata, M., Hamada, M., Naganawa, H., and Ochi, M. 2002. Baclysocin, a novel phospholipid antibiotic produced by *Bacillus subtilis* 168. Antimicrobial Agent and Chemotherapy 46(2): 315-320

Valois, D., Fayad, K., Barasubiye, T., Garon, M., Déry, C., Brzezinski, R., and Beaulieu, C. 1996. Glucanolytic Actinomycetes antagonistic to *Phytophthora fragariae* var. *rubi*, the causal agent of raspberry root rot. Applied and Environmental Microbiology 62: 1630–1635.

Wilcox, W. F. 1992. Phytophthora Root and Crown Rots. (Online). Available: http://www.nysipm.cornell.edu/factsheets/treefruit/diseases/phyt/phyt.pdf (5 September 2010)

Zehnder, G. W., Yao, C., Murphy, J. F., Sikora, J. F. and Kolepper, J. W. 2000. Induction of resistance to tomato against cucumber mosaic virus by plant growth promoting rhizobacteria. Biocontrol 45: 127-137.

Zitko, S. E., Timmer, L. W. and Castle, W. S. 1987. Survey of Florida citrus nurseries for *Phytophthora* spp. Florida Agricultural Experiment Station 100: 82-85.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการสกัดแยกดีเอ็นเอ

1. การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการสกัดดีเอ็นเอ

ในการเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการสกัดแยกดีเอ็นเอต้องเตรียม stock solution ก่อนดังนี้

1.1 phenol: chloroform: isoamyl alcohol (25:24:1) (50 มิลลิลิตร)

ผสมสารละลาย phenol 25 มิลลิลิตร กับ chloroform 24 มิลลิลิตร และ isoamyl alcohol 1 มิลลิลิตร เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

1.2 5M NaCl (50 มิลลิลิตร)

ชั่งสาร NaCl มาจำนวน 14.61 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 50 มิลลิลิตร

1.3 0.5 M EDTA (pH 8.0) (100 มิลลิลิตร)

ชั่งสาร disodium ethylenediamine tetraacetate.2H_2O (EDTA) มาจำนวน 18.612 กรัม ละลายในน้ำ 80 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 8.0 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ

1.4 1 M Tris-HCl (pH 8.0) (100 มิลลิลิตร)

ชั่งสาร Tris-HCl มาจำนวน 15.76 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 80 มิลลิลิตร ปรับ pH ให้ได้ 8.0 แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ

1.5 70% ethanol

ผสมสารละลาย ethanol 70 มิลลิลิตร กับน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 30 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.6 10% SDS

ละลาย SDS 1 กรัม ในน้ำ 10 มิลลิลิตร

2 การเตรียมสารละลายสำหรับเจลอิเล็คโตรโฟรีซิส

2.1 5X TBE buffer (1 ลิตร)

Tris base	54	กรัม
Boric acid	27.5	กรัม
500 mM EDTA pH 8.0	20	มิลลิลิตร

นำสาร Tris base และ Boric acid มาละลายในน้ำกลั่น จากนั้นเติม EDTA pH 8.0 แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ

2.2 1% อะกาโรสเจล (agarose gel) (30 มิลลิลิตร)

Agarose gel	0.3	กรัม
0.5X TBE buffer	30	มิลลิลิตร

ชั่งอะกาโรสเจล 0.3 กรัม ละลายใน TBE buffer ปริมาตร 30 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปหลอมละลายโดยใช้ไมโครเวฟ ทิ้งให้เย็นซักครู่จึงเทลงในถาดที่เตรียมไว้ ปล่อยให้เจลแข็งตัวประมาณครึ่งชั่วโมง ค่อย ๆ ดึงหวีออก ย้ายแผ่นเจลใส่ในเครื่อง electrophoresis gel tank แล้วเติม TBE buffer ให้ท่วมผิวหน้าเจล

Mastermix for 105 µl of end solution

Reagents	Volume (µl)/reaction	Final conc.
10X PCR buffer	10.5	1x
$MgCl_2$ 50 mM	5.3	2.5 mM
dNTPs mixed 5 mM	4.2	0.2 mM
Primer 20 µM Par1s	2.6	0.5 µM
Primer 20 µM Par2a	2.6	0.5 µM
Tag DNA polymerase (5 Unit/µl)	1	0.5 u
dH_2O	78.8	
DNA sample	1	

ภาคผนวก ข

อาหารเลี้ยงเชื้อและการเตรียม

1. Potato Dextose Agar (PDA)

ส่วนประกอบ

มันฝรั่ง	200	กรัม
น้ำตาล Dextose	20	กรัม
ผงวุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม

ปอกเปลือกมันฝรั่งแล้วล้างให้สะอาดแล้วหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วต้มจนสุกในน้ำ 500 มิลลิลิตร กรองด้วยผ้าขาวบางเอาแต่น้ำ ผสมวุ้นในน้ำ 500 มิลลิลิตร นำไปต้มแล้วผสมกับน้ำมันฝรั่งที่กรองได้ เติมน้ำตาล Dextose คนให้ละลายเข้ากัน ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที

2. Nutrient Agar (NA)

Beef extract	3	กรัม
Peptone	5	กรัม
ผงวุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม

ละลาย peptone และ beef extract ในน้ำปริมาตร 500 มิลลิลิตร ให้เข้ากัน ละลายผงวุ้นในน้ำธรรมดาปริมาตร 500 มิลลิลิตร นำไปต้มให้สุก จากนั้นนำไปผสมกับสารละลาย peptone และ beef extract คนให้เข้ากัน ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที

3. Nutrient Agar (NA)

Beef extract	3	กรัม
Peptone	5	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม

ละลาย peptone และ beef extract ในน้ำปริมาตร 1000 มิลลิลิตร ให้เข้ากัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที

4. Corn Meal Agar (CMA)

อาหารสำเร็จรูป	17	กรัม
ผงวุ้น	20	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

5. Carrot Agar (CA)

แครอท	20	กรัม
ผงวุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม

ปอกเปลือกแครอทแล้วล้างให้สะอาดแล้วหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วต้มจนสุกในน้ำ 500 มิลลิลิตร กรองด้วยผ้าขาวบางเอาแต่น้ำ ผสมวุ้นในน้ำ 500 มิลลิลิตร นำไปต้มแล้วผสมกับน้ำแครอทที่กรองได้ คนให้เข้ากัน ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที

6. Water Agar (WA)

ผงวุ้น	15	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

7. Czapek's medium (ใช้ในการทดสอบการย่อยฟอสเฟต)

Sucrose	30	กรัม
$NaNO_3$	2	กรัม
Ca_3HPO_4	1	กรัม
(ถ้าไม่มีให้ใช้ $CO_3(PO_4)_2$ 0.9 กรัมแทน)		
KCl	1.4	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.5	กรัม
$FeSO_4.7H_2O$	0.01	กรัม
Congo red	0.035	กรัม (ใส่หลังจากปรับค่า pH แล้ว)
ผงวุ้น	15	กรัม
ปรับ pH ให้เป็น 7.3±0.2		

8. Carboxymethyl cellulose agar (CMC) (ใช้ในการทดสอบการย่อยเซลลูโลส)

$(NH_4)_2SO_4$	2.5	กรัม
KH_2PO_4	0.25	กรัม
NaCl	0.01	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.125	กรัม
$FeSO_4.7H_2O$	0.0025	กรัม
$MnSo_4.7H_2O$	0.0025	กรัม
Yeast extract	1.0	กรัม
CMC	5.0	กรัม
ผงวุ้น	15	กรัม
ปรับ pH ให้ได้ 7.2		

วิธีการเตรียม

ละลาย CMC 5 กรัม ในน้ำ 250-500 มิลลิลิตร โดยใช้ความร้อน แล้วเติมส่วนผสมอื่น ๆ ลงไป ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที

9. Colloidal chitin agar (CCA) (ใช้ในการทดสอบการย่อยไคติน)

Colloidal chitin	13-15	เปอร์เซ็นต์
NaCl	0.25	กรัม
KH_2PO_4	0.375	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.125	กรัม
$CaCO_3$	0.375	กรัม
$(NH_4)_2HC_6HSO_7$	0.625	กรัม
glycerol	6.5	กรัม
ผงวุ้น	18-20	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที

วิธีการเตรียม Colloidal chitin (Hsu and Lockwood, 1975)

ละลายผงไคติน 10 กรัม ลงในกรดเข้มข้น H_3PO_4 ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปิดด้วยกระดาษฟรอยด์ เก็บในตู้เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำลงไปให้ท่วมผิวหน้า ทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที ใช้แท่งแก้วค่อย ๆ คนให้เข้ากัน กรองด้วยผ้าขาวบางประมาณ 3-4 ชั้น ล้างด้วยน้ำสะอาด ปรับ pH ให้ได้ประมาณ 6.8-7.2 จะได้ Colloidal chitin นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที

สีและน้ำยาที่ใช้ย้อม

1. Gram's stain

1.1 Crystal violet

สารละลาย A

Crystal violet (85% dye)	2.0	กรัม
Ethyl alcohol 95%	20	มิลลิลิตร

ละลายสีในแอลกอฮอล์จนสีละลายหมด

สารละลาย B

Ammonium oxalate	0.8	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ผสมสารละลาย A กับสารละลาย B ถ้ามีตะกอน กรองก่อนใช้ ถ้าสีเข้มเกินไปอาจเจือจางสารละลาย A เป็น 1:10 ก่อนผสมกับสารละลาย B

1.2 Safranin O counterstain (stock solution)

Safranin O	2.5	กรัม
Ethyl alcohol 95%	100	มิลลิลิตร

ถ้าจะใช้สีย้อมให้เจือจางเป็น 1:10 (stock Safranin O 10 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 90 มิลลิลิตร) ถ้ามีตะกอนกรองก่อนการใช้ทุกครั้ง

1.3 Gram's iodine solution (mordant)

Iodine (crystal)	1	กรัม
Potassium iodine (KI)	2	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

1.4 Alcohol-acetone (decolorizer)

Ethyl alcohol 95%	250	มิลลิลิตร
Acetone	250	มิลลิลิตร

2. 0.1% Congo red

Congo red	0.1	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

3. 1M NaCl

NaCl	58.44	กรัม
น้ำกลั่น	1000	มิลลิลิตร

ภาคผนวก ค

การทดสอบคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและชีวเคมีของแบคทีเรียปฏิปักษ์

1. การทดสอบคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยา

การย้อมสีแบบแกรม (Gram staining)

วิธีการย้อมสีแบบแกรม (gram's stain) เริ่มจากทำความสะอาดสไลด์และทำให้แห้ง โดยวิธีการผ่านไฟหรือเช็ดด้วยกระดาษหรือผ้าสะอาด แล้ว smear เชื้อที่ต้องการจากเชื้อที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็ง ทำโดยใช้ loop จุ่มน้ำแตะลงบนสไลด์ 1-2 loop แล้วใช้ loop ที่ฆ่าเชื้อ เขี่ยเชื้อมาเพียงเล็กน้อย แตะเชื้อลงบนหยดน้ำ แล้วเกลี่ยเชื้อให้กระจายออกเป็นวงเล็ก ๆ ทิ้งให้แห้ง จากนั้นทำการตรึง (fixing of the smear) เพื่อทำให้เซลล์ติดแน่นกับสไลด์ โดยการนำสไลด์ลนผ่านเปลวไฟอย่างรวดเร็ว 2-3 ครั้ง หยดสี Crytal violet ให้ท่วมรอย smear ทิ้งไว้นาน 1 นาที เทสีที่เหลือค้างบนสไลด์ลงในอ่างน้ำ แล้วชะด้วยสารละลายไอโอดีน หลังจากนั้น หยดสารละลายไอโอดีนให้ท่วมรอย smear และทิ้งไว้นาน 1 นาที หลังจากนั้นเทสารละลายไอโอดีนทิ้ง แล้วชะด้วยสารละลายแอลกอฮอล์ 95% จนกระทั่งไม่มีสีม่วงละลายออกมา แต่อย่าทำให้เกิน 20 วินาที แล้วล้างน้ำทันที โดยให้น้ำผ่านเบา ๆ ซับด้วยกระดาษซับ แล้วย้อมทับด้วยการหยดสี Safranin-O ให้ท่วมรอย smear ทิ้งไว้นาน 1 นาที เทสีทิ้ง ล้างด้วยน้ำ แล้วซับด้วยกระดาษซับวางทิ้งให้แห้ง นำไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ตรวจดูลักษณะการติดสีแกรม รูปร่าง และการเรียงตัวของแบคทีเรีย

2. การศึกษาคุณสมบัติทางชีวเคมี (biological characteristic)

ศึกษาผลของปฏิกิริยาของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีผลต่อสารเคมีที่เติมลงในอาหารและดูปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ดังต่อไปนี้

การทดสอบการย่อยฟอสเฟต

วิธีการทดสอบ

1. วางกระดาษกรองที่ตัดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ชุบโคโลนีของเชื้อที่ต้องการทดสอบ วางบนอาหาร Czapek's medium
2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

   ผลบวก เกิดวงใส (clear zone) รอบ ๆ โคโลนี

   ผลลบ ไม่เกิดวงใส (clear zone) รอบ ๆ โคโลนี

การทดสอบการย่อยเซลลูโลส

วิธีการทดสอบ

1. วางกระดาษกรองที่ตัดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ชุบโคโลนีของเชื้อที่ต้องการทดสอบ วางบนอาหาร CMC medium
2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง
3. ตรวจดูการสร้างเอนไซม์ cellulase โดยการย้อมด้วย congo red 0.1% นาน 3-5 นาที
4. ล้างด้วย 1M Nacl 2-3 ครั้ง

   ผลบวก เกิดวงใส (clear zone) รอบ ๆ โคโลนี

   ผลลบ ไม่เกิดวงใส (clear zone) รอบ ๆ โคโลนี

การทดสอบการย่อยไคติน

วิธีการทดสอบ

1. วางกระดาษกรองที่ตัดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ชุบโคโลนีของเชื้อที่ต้องการทดสอบ วางบนอาหาร CMC medium
2. บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

   ผลบวก เกิดวงใส (clear zone) รอบ ๆ โคโลนี

   ผลลบ ไม่เกิดวงใส (clear zone) รอบ ๆ โคโลนี

ภาคผนวก ง

การเจริญของเชื้อ *Phytophthora* spp.

ตารางที่ 1 ขนาดรัศมีการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* spp. OR01 ในแต่ละวันเมื่อเลี้ยงในอาหารชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิห้อง)

ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ	ขนาดรัศมีการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* spp. (มม.)*								อัตราการเจริญ (มม./วัน)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7	วันที่ 8	
CMA	11.88	25.13	37.88	45.00					11.04
PDA	9.13	14.63	21.38	27.13	33.31	38.19	44.13	45.00	5.83
WA	5.44	12.57	15.63	21.00	26.00	27.94	31.81	35.44	4.29
CA	6.00	11.31	16.56	21.81	27.13	32.38	37.88	41.38	5.05

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 4 ซ้ำ

ตารางที่ 2 ขนาดรัศมีการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* spp. OR02 ในแต่ละวันเมื่อเลี้ยงในอาหารชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ	ขนาดรัศมีการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* spp. (มม.)*								อัตราการเจริญ (มม./วัน)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7	วันที่ 8	
CMA	12.63	27.63	44.25	45.00					10.79
PDA	8.94	14.50	20.31	27.13	33.19	38.63	43.94	45.00	5.83
WA	4.63	9.25	14.75	19.56	23.94	28.56	32.38	35.25	4.38
CA	6.25	13.88	20.69	27.81	34.38	41.13	45.00		6.46

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 4 ซ้ำ

ตารางที่ 3 ขนาดรัศมีการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* spp. OR03 ในแต่ละวันเมื่อเลี้ยงในอาหารชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ	ขนาดรัศมีการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* spp. (มม.)*								อัตราการเจริญ (มม./วัน)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7	วันที่ 8	
CMA	12.50	26.75	40.19	45.00					10.83
PDA	7.25	13.25	19.63	25.25	31.57	37.13	42.63	44.00	5.39
WA	5.00	10.69	15.19	18.81	22.38	23.81	26.75	28.44	3.35
CA	5.81	11.13	15.88	20.56	25.31	30.31	35.31	38.94	4.92

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 4 ซ้ำ

ตารางที่ 4 ขนาดรัศมีการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* spp. OR04 ในแต่ละวันเมื่อเลี้ยงในอาหารชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิห้อง

ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ	ขนาดรัศมีการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* spp. (มม.)*								อัตราการเจริญ (มม./วัน)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7	วันที่ 8	
CMA	10.19	23.31	35.19	45.00					11.60
PDA	6.75	9.31	12.25	15.00	17.69	20.50	23.06	25.94	2.74
WA	5.19	11.31	17.25	20.00	22.75	23.81	26.25	28.00	3.38
CA	6.81	14.06	19.19	24.06	31.88	34.31	39.69	42.94	5.48

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 4 ซ้ำ

ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์สถิติ

ตาราง 1 ประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* spp. สาเหตุโรครากเน่าของส้มในห้องปฏิบัติการ

Source	DF	SS	MS	F	P
facA	3	36.56	12.19	3.00	0.0432
facB	2	7558.79	3779.40	930.31	0.000
facA*facB	6	57.38	9.56	2.35	0.0508
Error	36	146.25	4.06		
Corrected Total	47	7798.98			
CV (%)	5.04				

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ความสูงของต้นส้มหลังการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ได้ 28 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	39.960	7.99194	9.23	0.0000
Error	115	99.590	0.86600		
Corrected Total	143	158.406			
CV (%)	16.97				

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ขนาดรัศมีของโคโลนีของเชื้อ *Phytophthora* spp. ทั้ง 4 ไอโซเลท บนอาหาร PDA ที่เลี้ยงในอุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 8 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
facA	3	1451.01	483.67	25.04	0.0000
facB	2	5390.66	2695.33	1285.55	0.0000
facA*facB	6	315.05	52.51	230.69	0.0000
Error	33	69.19	2.10		
Corrected Total	47	7241.36			
CV (%)	4.34				

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญของเชื้อ *Phytophthora* spp. ทั้ง 4 ไอโซเลท บนอาหารชนิดต่าง ๆ ที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส

Source	DF	SS	MS	F	P
facA	3	10.537	3.512	1868.45	0.0000
facB	3	499.811	166.604	39.39	0.0000
facA*facB	9	27.268	0.089	33.98	0.0000
Error	45	541.798	3.030		
Corrected Total	63	4.013			
CV (%)	4.71				

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ความสูงของต้นส้มหลังการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ได้ 75 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	32.142	6.42847	1.88	0.1133
Error	55	188.399	3.42544		
Corrected Total	71	265.663			
CV (%)	20.77				

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักสดของต้นส้มหลังการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ได้ 75 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	0.94206	0.18841	7.94	0.0000
Error	55	1.30536	0.02373		
Corrected Total	71	2.60107			
CV (%)	13.66				

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์น้ำหนักแห้งของต้นส้มหลังการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ได้ 75 วัน

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	5	0.14506	0.02901	2.43	0.0463
Error	55	0.65666	0.01194		
Corrected Total	71	0.94943			
CV (%)	24.78				

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ในการควบคุมเชื้อ *Phytophthora parasitica* ที่ทำให้เกิดอาการเหี่ยวในสภาพเรือนทดลอง

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	6	32.643	5.44048	4.86	0.0004
Error	66	73.929	1.12013		
Corrected Total	83	116.893			
CV (%)	68.92				

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ ในการควบคุมเชื้อ *Phytophthora parasitica* ที่ทำให้เกิดอาการรากเน่าในสภาพเรือนทดลอง

Source	DF	SS	MS	F	P
Treatment	6	67.405	11.2341	27.58	0.0000
Error	66	26.881	0.4073		
Corrected Total	83	128.988			
CV (%)	31.72				

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวปนัดดา อินพิทักษ์
วัน เดือน ปีเกิด	19 มีนาคม 2528
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2546 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจาก โรงเรียนสตรีนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ปีการศึกษา 2550 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยนเรศวร
ทุนการศึกษา	ได้รับทุนอุดหนุนบัณฑิตศึกษา ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
ประสบการณ์	เข้าร่วมเสนอผลงานบรรยายเรื่อง “การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่อาศัยในดินบริเวณรากเพื่อควบคุมโรครากเน่าของส้มและศักยภาพของเชื้อในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช” ในสัมมนาวิชาการบัณฑิตศึกษาเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วันที่ 27 พฤศจิกายน 2552 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เข้าร่วมเสนอผลงานบรรยายเรื่อง “การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์เพื่อควบคุมโรครากเน่าของส้มสายน้ำผึ้งและการผลิตเอนไซม์” ในการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 9 วันที่ 11-14 พฤษภาคม 2553 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ อ. พระนครศรีอยุธยา จ. พระนครศรีอยุธยา

รางวัลที่ได้รับ

นำเสนอภาคบรรยายดีเด่น เรื่อง “การคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์เพื่อควบคุมโรครากเน่าของส้มสายน้ำผึ้งและการผลิตเอนไซม์” สาขาไม้ผล/ไม้ยืนต้น ในการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 9 วันที่ 11-14 พฤษภาคม 2553 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ อ. พระนครศรีอยุธยา จ. พระนครศรีอยุธยา

งานปัญหาพิเศษ

งานปัญหาพิเศษระดับปริญญาโทเรื่อง “การสร้างออกซินและจิบเบอเรลลินโดยแบคทีเรียที่บริเวณผิวรากพืช” ปีการศึกษา 2552