บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

ประพัฒน์ ตั้งภูมิระพีวงศ์, ดรุณี ศรีชนะ และ ไพโชค ปัญจะ. (2558). การเพิ่มคุณค่าของกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลด้วยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆเพื่อป็นอาหารสัตว์. วิทยานิพนธ์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นพพล เกตุประสาท. (มปท.) หน่วยอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พืชพรรณ ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง. ที่มา: http://clgc.agri.kps.ku.ac.th/index.php/linkweed/384-lemna.

ฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2554). ยุทธศาสตร์วิจัยลพัฒนาอุตสาหกกรรมมันสำปะหลังประเทศไทย (พ.ศ.) 2555-2559) และโปรแกรมวิจัยและพัฒนามันสำปะหลังภายใต้แผผนกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา สวทช.ระยะที่ 2 พ.ศ. 2554-2559. สำนักงานพัฒนาวิทยศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 62 หน้า.

ไทยรัฐ. (2561). เทรนด์ใหม่ทั่วโลก ชูพลาสติกชีวภาพ. 4 มิถุนายน 2561. ที่มา: https://www.thairath.co.th/content/1176958. 4 June, 2018.

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

Akutsu-Shigeno, Y.A., Teeraphatpornchai, T., Teamtisong, K., Nomura, N., Uchiyama, H., Nakahara, T. & Kambe, T.N. (2003). Cloning and sequencing of a poly (DL-Lactic Acid) depolymerase gene from *Paenibacillus amylolyticus*strain TB-13 and its functional expression in *Escherichia coli*. *Appl. Environ. Microb*. 69(5), 2498–2504.

Ali, H.Kh.Q. & Zulkali, M.M.D. (2011). Design aspects of bioreactors for solid-state fermentation: A review. *Chem. Biochem. Eng*. 25(2), 255-266.

Bajaj, B.K., Singh, S., Khullar, M., Singh, K. & Bhardwaj, S. (2014). Optimization of fibrinolytic protease production from *Bacillus subtilis* I-2 using agro-residues. *Braz. Arch. Biol. Technol*. 57(5), 653-662.

Banaszkiewicz, T. (2011). Nutritional value of soybean meal in soybean and nutrition Hany El-Shemy. University Campus.

Balaji, V. & Ebenezer, P. (2008). Optimization of extracellular lipase production in *Colletotrichum gloeosporioides* by solid state fermentation. *Indian J. Sci. Technol.* 1(7), 1-8.

Basha, N.S., Rekha, R., Komala, M. & Ruby, S. (2009). Production of extracellular anti-leukaemic enzyme L-asparaginase from marine actinomycetes by solid-state and submerged fermentation: Purification and characterization. *Trop. J. Pharm.* 8(4), 353-360.

Bech, L., Herbst, F.-A., Grell, M.N., Hai, Z. & Lange, L. (2015). On-site enzyme production by *Trichoderma asperellum* for the degradation of duckweed. *Fungal Genomic & biology*. 5(2), 2-10. doi:10.4172/2165-8056.1000126.

Chellappan, S., Jasmin, C., Basheer, S.M., Kishore, A., Elyas, K.K., Bhat, S.G., Chandrasekaran, M. (2006). Characterization of an extracellular alkaline serine protease from marine *Engyodontium album* BTMFS10. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol*. 38, 743-752.

Chuensangjun, C., Pechyen, C., Chisti, Y. & Sirisansaneeyakul, S. (2012). Lipase-catalysed polymerization of lactic acid and the properties of the polymer. Advanced *Materials Research*. 506, 154-157.

De Azeredo, L.A.I., De Lima, M.B., Coelho, R.R.R. & Freire, D.M.G. (2006). A low-cost fermentation medium for thermophilic protease production by *Streptomyces* sp. 594 using feather meal and corn steep liquor. *Current Microbiology*. 53, 335-339.

Divakar, G., Sunitha, M., Vasu, P., Shanker, P.U. & Ellaiah, P. (2006). Optimization of process parameters for alkaline protease production under solid-state

fermentation by *Thermocatinomyces thalpophilus* PEE 14. *Indian Journal of Biotechnology.* 5, 80-83.

Hanphakphoom, S.; Maneewong, N.; Sukkhum, S.; Shinji, T.; & Kitpreechavanich, V. (2014). Characterization of poly(L-lactide)-degrading enzyme producedby thermophilic filamentous bacteria *Laceyella sacchari* LP175. *The Journal of General and Applied Microbiology.* 60, 13-22.

Hongzhang, C., Hui, W. Aijun, Z. & Zuohu, L. (2006). Alkaline protease production by solid state fermentation on polyurethane foam. 20(1), 93-97.

Ikura, Y. & Kudo, T.. (1999). Isolation of a microorganism capable of degrading poly (L-lactide). *J. Gen. Appl. Microbiol.* 45, 247–251.

Ire, F.S., Okolo, B.N., Moneke, A.N., & Odibo, F.J. (2011). Influence of cultivation conditions on the production of a protease from *Aspergillus carnarius* using submerged fermentation. *Afr. J. Food Sci.* 5(6), 353-365.

Jarerat, A. & Y. Tokiwa. (2001). Degradation of poly (L-lactide) by a fungus. *Macromol. Biosci.*1: 136–140.

Jarerat, A. & Tokiwa, Y. (2003). Degradation of poly (L-lactide) by *Saccharothrix waywayandensis*. *Biotechnol.Lett*. 25, 401–404.

Jarerat, A., Tokiwa, Y. & Tanaka, H. (2003). Poly (L-lactide) degradation by *Kibdelosporangium aridum. Biotechnol.Lett*. 25, 2035–2038.

Jarerat, A., Pranamuda, H. & Tokiwa, Y. (2002). Poly(L-lactide)-degrading activity in various actinomycetes. *Macromol. Biosci.* 2**,** 420–428.

Jarerat, A., Tokiwa, Y. & Tanaka, H. (2006). Production of poly (L-lactide)-degrading enzyme by *Amycolatopsis orientalis*for biological recycling of poly(L-lactide). *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 72:726-731.

Kale, G., Auras, R. & Singh, S.P. (2006). Degradation of biodegradable packages under real composting and ambient exposure conditions. *J. Polym. Environ.* 14, 317-334.

Kristensen, J.B., Börjesson, J., Bruun, M.H., Tjerneld, F., & Jørgensen, H. (2007). Use of surface active additives in enzymatic hydrolysis of wheat straw lignocellulose. *Enzym. Microb. Technol.* 40, 888-895.

Kim, M.N., Kim, W.G., Weon, H.Y. & Lee, S.H. (2007). Poly (L-lactide)-degrading activity of a newly isolated bacterium. *J. Appl. Polym. Sci*. 109, 234–239.

Lassalle, V.L. & Ferreira, M.L. (2008). Lipase-catalyzed synthesis of polylactic acid: an overview of the experimental aspects. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 83, 1493-1502.

Lazim, H., Mankai, H., Slama, N., Barkallah, I. & Limam, F. (2009). Production and optimization of thermophilic alkaline proteases in solid-state fermentation by *Streptomyces* sp. CN902. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol*. 36, 531-537.

Liang, T.-W., Jen, S.-N., Nguyen, A.D. & Wang, S.-L. (2016). Application of chitinous materials in production and purification of a poly(L-lactic acid) depolymerase from *Pseudomonas tamsuii* TKU015. Polymers. 8(98), 2-11.

Lim, H.-A, Takao, R. & Yutaka, T. (2005). Hydrolysis of polyesters by serine proteases. *Biotechnology Letters*. 27, 459–464.

Lomthong, T., Hamphakphoom, & S., Kongsaeree, P.(2017). Enhancement of poly(L-lactide)-degrading enzyme production by *Laceyella sacchari* LP1 7 5 using agricultural crops as substrates and its degradation of poly(L-lactide) polymer. 143, 64-73.

Masaki, K., Kamini, N.R., Ikeda, H. & Iefuji, H. (2005). Cutinase-Like enzyme from the yeast *Cryptococcus* sp. strain S-2 hydrolyzes polylactic acid and other biodegradable plastics. Applied and Environmental Microbiology. 71(11), 7548-7550.

Maytiya, K., Jarerat, A., Khanongnuch, C., Lumyong, S., & Pathom-aree W. (2012). Poly(lactide) degradation By *Pseudonocardia alni* AS4.1531T. *Chiang Mai University Journal Science*. 39, 128-132.

Mayumi, D., Akutsu-Shigeno, Y., Uchiyama, H., Nomura, N. & Kambe, T.N. (2008). Identification and characterization of novel poly(DL-lactic acid) depolymerases from metagenome. *Appl. Microbiol. Biotechnol*. 79, 743–750.

McDonald, R.T., Stephen, M. & Richard, A.G. (1996). Enzymatic degradability of poly(lactide): effects of chain stereochemistry and material crystallinity. *Macromolecules.* 29, 7356–7361.

Miura, S., Arimura, T., Itoda, N., Dwiarti, L., Feng, J.B., Bin, C.H. & Okabe, M. (2004). Production of L-Lactic acid from corncob. *J. Biosci. Bioeng*. 97(3), 153-157.

Moon, S.I., Urayama, H. & Kimura, Y. (2003). Structural characterization and degradability of poly(L-lactic acid)s incorporating phenylsub stituted alpha-hydroxy acids as comonomers. Macromol. Biosci. 3, 301–309.

Mukhtar, H., & Haq, I. (2013). Comparative evaluation of agroindustrial by products for the production of alkaline protease by wild and mutant strains of *Bacillus subtilis* in submerged and solid state fermentation. *Sci. World J.* 1-6. http://dx.doi.org/10.1155/2013/538067

Nakamura, K., Tomita, T., Abe, N. & Kamio, Y. (2001). Purification and characterization of an extracellular poly(L-lactic acid) depolymerase from a soil isolate, *Amycolatopsis* sp. strain K104-1. *Appl. Environ. Microb*. 67, 345–353.

Oda, Y., Yonetsu, A., eUrakami, T., & Tonomura, K. (2000). Degradation of polylactide by commercial proteases. *J. Polym. Environ*. 8, 29-32.

Pandey, A., Benjamin, S., Soccol, C.R., Nigam, P., Krieger, N. & Soccol, V.T. (1999). The realm of lipases in biotechnology. *Biotechnol. Appl. Biochem*. 29, 119-131.

Panyachanakul, T., Kitpreechavanich, V., Tokuyama, S. & Krajangsang, S. (2017). Poly(DL-lactide)-degrading enzyme production by immobilized *Actinomadura keratinilytica* strain T16-1 in a 5-L fermenter under various fermentation processes. EJB. 30, 71-76.

Peñamaría, G.M., Morell-Nápoles, G., Cujilema-Quitio, M., Leon, G., Fickers, P., & Ramos-Sánchez, L.B. (2017). Screening of microorganisms and raw materials for lipase production by solid-state fermentation. Journal of Basic & Applied Sciences. 13, 293-300.

Piemonte, V., Sabatini, S. & Gironi, F. (2013). Chemical recycling of PLA: A great opportunity towards the sustainable development. *Journal of Polymers and the Environment*. 21(3), 640-647.

Pranamuda, H., Tokiwa, Y. & Tanaka, H. (1997). Polylactide degradation by an *Amycolatopsis sp*. *Applied Environment Microbiology*. 63, 1637–1640.

Pranamuda, H., Tsuchii, A. & Tokiwa, Y. (2001). Poly (L-lactide)-degrading enzyme produced by *Amycolatopsis* sp. *Macromol. Biosci*. 1, 25–29.

Prema S. & Palempalli, U.M.D. (2015). Degradation of polylactide plastic by PLA depolymerase isolated from thermophilic Bacillus. *Int. J. Curr. Microbiol. App*. Sci. 4(12), 645-654.

Reeve, M.S., Stephen, P.M., Milton, J.D. & Richard, A.G. (1994). Polylactide stereochemistry: effect on enzymatic degradability. *Macromolecules*. 27: 825–831.

Roeb, G.-A., López-Guerrero, D.A., Gimeno, M. & Bárzana E. (2009). Lipase-catalyzed synthesis of poly-l-lactide using supercritical carbon dioxide. *The Journa of Supercritical Fluids*. 5, 197–201.

Sakai, K.; Kawano, H., Iwami, A., Nakamura, M. & Moriguchi, M. (2001). Isolation of a thermophilic poly-L-lactide degrading bacterium from compost and its enzymatic characterization. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 92, 298–300.

Sangwan, P. & Wu, D.Y. (2008). New insights into polylactide biodegradation from molecular ecological techniques. *Macromol. Biosci*. 8, 304–315.

Santhi. R. (2014). Microbial production of protease by *Bacillus cereus* using cassava waste water. *European Journal of Experimental Biology*. 4(2), 19-24.

Saurabh, S., Jasmine, I., Pritesh, G., & Kumar, S.R. (2007). Enhanced productivity of serine alkaline protease by Bacillus sp. using soybean as substrate, *Malays. J. Microbiol*. 3, 1-6.

Sharma, K.M., Kumar, R., Panwar, S. & Kumar, A. (2017). Microbial alkaline proteases: optimization of production parameters and their properties. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 15, 115-126.

Sindhu, R., Suprabha, G.N. & Shasshidhar, S. (2007). Optimization of process parameters for the production of alkaline protease from Penicillium godlewskii SBSS 25 and its application in detergent industry. *Afr. J. Microbiol. Res*. 3(9), 515-522.

Subramaniyam, R. & R. Vimala. (2012). Solid state and submerged fermentation for the production of bioactive substances: a comparative study. *International Journal of Science and Nature.* 3(3), 480-486.

Sukkhum, S.; Tokuyama, S.; Tamura, T.; & Kitpreechavanich, V. (2009a*).* A novel poly(L-lactide) degrading actinomycetes isolated from Thai forest soils, phylogenic relationship and the enzyme characterization. *The Journal of General and Applied Microbiology*. 55: 459-467.

Sukkhum, S.; Tokuyama, S.; & Kitpreechavanich, V. (2009b). Development of fermentation process for PLA-degrading enzyme production by a new thermophilic Actinomadura sp. T16-1. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*. 14, 302-306.

Sule, S., Offiah, V.O., & Orjime, K.S. (2017). Chemical composition of chips from selected cassava varieties in Makurdi, Benue State. *Research Journal of Food and Nutrition*. 1(1), 29-33.

Takahashi, Y., Okajima, S., Toshima, K. & Matsumura, S. (2004). Lipase-Catalyzed Transformation of Poly(lactic acid) into Cyclic Oligomers. *Macromol. Biosci*. 4: 346–353.

Tsuji, H. & Ishizaka, T. (2001). Porous biodegradable polyesters: 3. Preparation of porous poly(**ε**-caprolactone) films from blends by selective enzymatic removal of poly(L-lactide). *Macromol. Biosci*. 1, 59–65.

Tezuka, Y., Ishii, N., Kasuya, K. & Mitomo, H. (2004). Degradation of poly (ethylene succinate) by mesophilic bacteria. *Polymer Degradation and Stability*. 84, 115-121.

Tokiwa, Y. & Calabia, B. P. (2006). Biodegradability and biodegradation of poly(Lactide). *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 72, 244-251.

Tokiwa, Y. & Jarerat, A. (2003). Microbial degradation of aliphatic polyesters. *Macromolecular Symposia*. 201, 283–289.

Tokiwa, Y.; & Jarerat, A. (2004). Biodegradation of poly(L-lactide). *Biotechnology Letters.* 26, 771-777.

Tomita, K., Kuroki, Y. & Nakai, K. (1999). Isolation of thermophiles degrading poly(L-lactic acid). *J. Biosci. Bioeng*. 87, 752–755.

Tomita, K., Nakajima, T., Kikuchi, Y. & Miwa, N. (2004). Degradation of poly (L-lactic acid) by a newly isolated thermophile. *Polym. Degrad. Stab*. 84, 433-438.

Tomita, K., Tsuji, H., Nakajima, T., Kikuchi, Y., Ikarashi, K & Ikeda, N. (2003). Degradation of poly (D-lactic acid) by a thermophile. *Polym.Degrad. Stab*. 81, 167-171.

Torres, A., Li, S.M., Roussos, S. & Vert, M. (1996). Degradation of L- and DL-lactic acid oligomers in the presence of *Pseudomonas putida* and *Fusarium moniliforme*. *Journal of Environmental Polymer Degradation*. 4, 213-223

Várnai, A., Siika-aho, M., & Viikari, L. (2010). Restriction of the enzymatic hydrolysis of steam-pretreated spruce by lignin and hemicellulose. *Enzym. Microb. Technol*. 46: 185-193.

Williams, D.F. (1981). Enzymatic hydrolysis of polylactic acid. *Engineering in Medicine and Biology Society*. 10, 5-7.

Xu, J., Zhao, H., Stomp, A.-M. & Cheng, J.J. (2012). The production of duckweed as a source of biofuels. *Biofuels*. 3(5), 589-601.

Yadav, A.K., Vardhan, S., Yandigeri, M.S., Srivastava, A.K. & Arora, D.K. (2011). Optimization of keratin degrading enzyme from thermophilic strain of *Streptomyces sclerotialus*. *Research Journal of Microbiology*. 6(9), 693-705.

Yang, S.S. & Wang, J.Y. (1999). Protease and amylase production of *Streptomyces rimosus* in submerged and solid state cultivations. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 40, 259-265.

Yang, S.S., Meei-Yueh, M.Y. & Ling, M.Y. (1998). Tetracycline production with sweet potato residue by solid state fermentation. *Biotechnology and Bioengineering*. 33, 1921-1028.

Yilmaz, E., Akyurt, I., Günal, G. (2004). Use of duckweed, *Lemna minor*, as a protein feedstuff in practical diets for common carp, *Cyprinus carpio*, Fry. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 4, 105-109.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการทดลอง

ตารางผนวกที่ ก-1 สัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุหมักที่ไม่มี vermiculite ต่อการผลิตเอนไซม์ย่อยสลาย PLA โดยใช้ mixture design

Run	Independent various			Enzyme activity (U/g DW)				Dry weight (g)				Moisture content (%)			
	Soybean (X1)	Cassava chip (X2)	Duckweed (X3)	1	2	Average	SD	1	2	Average	SD	1	2	Average	SD
1	1	0	0	42.10	27.18	34.64	10.55	8.94	7.78	8.36	0.82	78.46	82.58	80.52	2.91
2	0	1	0	16.47	33.48	24.98	12.03	6.96	4.67	5.82	1.62	75.72	80.69	78.20	3.51
3	0	0	1	117.10	157.08	137.09	28.27	8.72	8.64	8.68	0.06	75.52	76.45	75.98	0.65
4	0.5	0.5	0	54.67	33.50	44.09	14.97	5.63	6.12	5.88	0.34	83.17	80.30	81.74	2.03
5	0.5	0	0.5	138.43	78.90	108.67	42.09	8.03	8.93	8.48	0.63	81.41	79.38	80.40	1.43
6	0	0.5	0.5	99.76	125.30	112.53	18.06	7.01	7.49	7.25	0.35	80.09	78.56	79.32	1.08
7	0.33	0.33	0.33	28.30	74.40	51.35	32.60	7.97	7.32	7.65	0.46	78.56	80.38	79.47	1.28

ตารางผนวกที่ ก-2 เปอร์เซ็นต์ความชื้นระหว่างการหมักเพื่อหาสัดส่วนที่เหมาะสมของวัสดุหมักที่ไม่มี vermiculite ต่อการผลิตเอนไซม์ย่อยสลาย PLA โดยใช้ mixture design

Run	Independent various			Enzyme activity (U/g DW)				Dry weight (g)				Moisture content (%)			
	Soybean (X1)	Cassava chip (X2)	Duckweed (X3)	1	2	Average	SD	1	2	Average	SD	1	2	Average	SD
1	1	0	0	41.85	28.61	35.23	9.36	8.385	8.397	8.391	0.01	80.73	82.29	81.51	1.11
2	0	1	0	44.41	20.90	32.66	16.63	4.693	5.503	5.098	0.57	80.79	80.54	80.66	0.17
3	0	0	1	161.10	119.41	140.25	29.48	8.849	8.765	8.807	0.06	78.11	79.01	78.56	0.64
4	0.5	0.5	0	39.67	60.97	50.32	15.06	5.883	5.793	5.838	0.06	82.69	82.51	82.60	0.13
5	0.5	0	0.5	40.35	96.82	68.59	39.93	8.401	7.804	8.1025	0.42	79.18	82.72	80.95	2.50
6	0	0.5	0.5	134.68	52.23	93.45	58.31	6.604	6.845	6.7245	0.17	82.03	79.19	80.61	2.01
7	0.33	0.33	0.33	70.35	31.00	50.68	27.83	7.098	8.208	7.653	0.78	83.13	80.21	81.67	2.06

ตารางผนวกที่ ก-3 การยืนยันผลเอนไซม์ย่อยสลาย PLLA จากสัดส่วนวัสดุหมักเหมาะสมที่ไม่มีและมี Vermiculite ด้วย *Actinomadura keratinilytica* T16-1

Experiment	Soybean (X1)	Cassava chip (X2)	Duckweed (X3)	Predicted	Enzyme activity (U/g Dry weight)					Moisture content (%)				
					Validated value									
					1	2	3	Average	SD	1	2	3	Average	SD
- Vermiculite	0	0	1	140.14	92.11	107.68	107.68	102.49	8.99	77.34	79.88	78.71	78.65	1.27
+ Vermiculite	0	0	1	141.66	59.23	83.65	60.77	67.89	13.68	91.23	79.76	78.61	83.19	6.97

ตารางผนวกที่ ก-4 ปริมาณ PLLA ต่อการผลิตเอนไซม์ย่อยสลาย PLLA ในฟลาสก์

PLLA content (g)	Enzyme activity (U)					Dry weight (g)					Moisture content (%)				
	1	2	3	Average	SD	1	2	3	Average	SD	1	2	3	Average	SD
0.035	81.59	44.05	45.21	56.95	21.35	8.69	8.68	8.744	8.71	0.03	75.40	76.39	75.22	75.67	0.63
0.07	105.74	82.24	58.39	87.79	23.86	8.38	8.69	8.71	8.59	0.19	75.91	75.24	74.54	75.23	0.69
0.105	82.29	99.83	90.21	90.78	8.78	8.64	8.59	8.784	8.67	0.10	76.59	76.16	77.02	76.59	0.43
0.140	121.36	85.05	93.29	99.9	19.04	8.36	8.59	8.704	8.55	0.17	77.92	75.78	75.13	76.28	1.46
0.175	92.12	145.06	107.58	114.92	27.22	8.62	8.57	8.471	8.55	0.08	76.34	76.65	76.51	76.50	0.16
0.210	39.81	165.64	152.17	119.21	69.09	7.95	7.88	7.863	7.89	0.04	79.74	80.08	79.93	79.92	0.17
0.245	207.63	129.3	77.75	138.23	65.40	8.52	8.93	7.852	8.43	0.54	76.66	78.29	79.42	78.12	1.39
0.280	141.32	275.36	295.64	237.44	83.56	154.32	8.09	8.181	56.86	84.39	79.29	79.78	79.57	79.54	0.25
0.315	178.59	146.94	161.61	162.38	15.84	7.96	8.275	7.684	7.974	0.29	79.32	77.95	79.54	78.94	0.86

ตารางผนวกที่ ก-5 เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่อการผลิตเอนไซม์ย่อยสลาย PLLA ในฟลาสก์

Moisture content (%)	Enzyme activity (U/g)					Dry weight (g)				
	1	2	3	Average	SD	1	2	3	Average	SD
50	308.44	336.19	410.01	351.55	52.50	9.02	9.34	9.11	9.22	0.11
60	375.60	421.97	376.14	391.23	26.62	9.01	9.24	9.23	9.16	0.13
70	287.78	224.23	246.35	252.78	32.26	8.70	8.12	9.01	8.42	0.16
80	109.28	116.80	107.18	111.09	5.06	8.52	8.51	8.61	8.55	0.06
85	138.96	85.29	71.89	98.71	35.49	8.18	8.22	8.22	8.20	0.02

ตารางผนวกที่ ก-6 ผลของอุณหภูมิต่อการผลิตเอนไซม์ย่อยสลาย PLLA ด้วยการหมักแบบแห้งในถังหมักแบบถาด

Temperature (°C)	Enzyme activity (U)					Dry weight (g)					Moisture content (%)				
	1	2	3	Average	SD	1	2	3	Average	SD	1	2	3	Average	SD
37°C															
Tray 1	31.75	29.77	37.70	33.07	4.13	79.97	65.96	79.2	75.04	7.88	20.30	20.62	25.52	22.15	2.92
Tray 1	44.61	46.96	50.88	47.48	3.16	8.68	9.92	9.74	9.74	0.67	27.41	21.11	26.32	24.95	3.37
40°C															
Tray 1	72.51	56.21	56.21	61.64	9.41	15.33	8.63	9.79	11.25	3.58	32.31	22.19	18.89	24.46	6.99
Tray 1	86.50	89.51	87.25	87.75	1.57	4.63	6.68	6.51	5.94	1.14	30.07	26.18	20.14	25.46	5.01
45 °C															
Tray 1	46.84	50.38	47.73	48.31	1.84	72.79	26.40	59.59	52.92	23.90	17.26	24.28	26.35	22.63	4.76
Tray 1	28.22	26.40	28.22	27.61	1.05	7.52	7.55	7.47	7.51	0.04	22.99	28.14	26.08	25.74	2.59

ประวัติผู้วิจัย

1. หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ: ผศ.ดร. ศรีสุดา ธำรงพิรพงษ์
Asst. Prof. Srisuda Thamrongpirapong, Ph.D.
เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3341600396587
บทบาทของนักวิจัย: ดำเนินงาน และสรุปวิเคราะห์ผลการวิจัย รวมทั้งเตรียมต้นฉบับการตีพิมพ์
สัดส่วนที่ทำการวิจัย: 60%
หน่วยงาน: หลักสูตรวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
โทรศัพท์: 092-2781455
e-mail: srisuda_han@hotmail.com

2. ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 1

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) ผศ. ดร. สุขุมาภรณ์ กระจ่างสังข์
ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Asst. Prof. Sukhumaporn Krajangsang, Ph.D.
เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3-1506-00161-556
ตำแหน่งปัจจุบัน: อาจารย์
บทบาทของนักวิจัย: วิเคราะห์ผลการวิจัย รวมทั้งเตรียมต้นฉบับการตีพิมพ์
สัดส่วนที่ทำการวิจัย: 20%
หน่วยงาน: หน่วยงาน: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 สุขุมวิท 23,
เขตวัฒนา, กรุงเทพฯ 10110
โทรศัพท์: 02-649-5000 ต่อ 18520
โทรสาร: 02-260-0127
e-mail: sukhumaporn@g.swu.ac.th

3. ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 2

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว สุชาดา โทผล

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Asst. Prof. Suchada Thophon, Ph.D.

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน: 3100200132095

ตำแหน่งปัจจุบัน: อาจารย์

บทบาทของนักวิจัย: วิเคราะห์ผลการวิจัย รวมทั้งเตรียมต้นฉบับการตีพิมพ์

สัดส่วนที่ทำการวิจัย: 5%

หน่วยงาน: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

โทรศัพท์: 02-649-5000 ต่อ 18520

โทรสาร: 02-260-0127

e-mail: -

4. ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 3

ชื่อ: นายรุ่งเกียรติ แก้วเพชร

Miss. Rungkiat Kawpet

บทบาทนักวิจัย: ดำเนินงาน เตรียมตีพิมพ์รวบรวมเล่ม

สัดส่วนที่ทำการวิจัย: 5%

หน่วยงาน: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
228-228/1-3 ถ.สิรินธร แขวงบางพลัด
เขตบางพลัด กทม. 10700

โทรศัพท์/โทรสาร +662 423 9401-6/+662 423 9419

โทรศัพท์มือถือ +668 5810 5979

E-mail rungkiat99@yahoo.com, rungkiat_kaw@dusit.ac.th

5. ผู้ร่วมโครงการวิจัยที่ 4

ชื่อ: นางสาวนเรศ บางศิริ

Miss. Naraet Bangsiri

บทบาทของนักวิจัย: ดำเนินงานผลการวิจัย

สัดส่วนที่ทำการวิจัย: 5%

หน่วยงาน: โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
โทรศัพท์: 02-4239436 และ 02-4239456 โทรสาร 02-4239478
e-mail: yaiplang@hotmail.com

6. ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

ชื่อ: รศ.ดร. วิเชียร กิจปรีชาวนิช
Assoc. Prof. Vichienkit Kitpreechavanich, Ph.D
บทบาทของนักวิจัย : ให้คำเสนอแนะตรวจสอบผลดำเนินงาน และต้นฉบับเพื่อการ ตีพิมพ์
หน่วยงาน: ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 1090
โทรศัพท์: 02-579-3769
โทรสาร: 02-579-2081
e-mail: fsciwck@ku.ac.th