บรรณานุกรม

Ahmad, F. B., Williams, P. A., Doublier, J.-L., Durand, S., and Buleon, A. (1999). Physico-chemical characterisation of sago starch. Carbohydrate Polymers 38, 361-370.

Assobhei, O., Kanouni, A. E., Ismaili, M., Loutfi, M., and Petitdemange, H. (1998). Effect of acetic and butyric acids on the stability of solvent and spore formation by *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824 during repeated subculturing. Fermentation and Bioengineering 85, 209-212.

Badr, H. R., Toledo, R., and Hamdy, M. K. (2001). Continuous acetone-ethanol-butanol fermentation by immobilized cells of *Clostridium acetobutylicum*. Biomass and Bioenergy 20, 119-132.

Bahl, H., Andersch, W., and Gottschalk, G. (1982). Continuous production of acetone and butanol by *Clostridium acetobutylicum* in a two-stage phosphate limited chemostat. Applied Microbiology and Biotechnology 15, 201-205.

Bartholomev, J. W., and Mittwer, T. (1950). A simplified bacterial spore stain. Stain Technology 25, 153–154.

Biebl, H. (2001). Fermentation of glycerol by *Clostridium pasteurianum* - batch and continuous culture studies. Industrial Microbiology and Biotechnology 27, 18-26.

Bochman, M. (1999). Advanced Inorganic Chemistry. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Campos, E., Qureshi, N., and Blaschek, H. (2002). Production of acetone butanol ethanol from degermed corn using *Clostridium beijerinckii* BA101. Applied Biochemistry and Biotechnology 98-100, 553-561.

Carneiro, S., Amaral, A. L., Veloso, A. C. A., Dias, T., Peres, A. M., Ferreira, E. C., and Rocha, I. (2009). Assessment of physiological conditions in *E. coli* fermentations by fluorescent microscopy and image analysis. Biotechnology Progress 25, 882-889.

Charles, A. L., Sriroth, K., and Huang, T. (2005). Proximate composition, mineral contents, hydrogen cyanide and phytic acid of 5 cassava genotypes. Food Chemistry 92, 615-620.

Chijindu, E. N., Boateng, B. A., Ayertey, J. N., Cudjoe, A. R., and Okonkwo, N. J. (2008). The effect of processing method of cassava chips on the development of *Prostephanus truncatus* (Horn) (*Coleoptera: Bostrichidae*). African Journal of Agricultural Research 3, 537-541.

Cone, J. W., and Wolters, M. G. E. (1990). Some properties and degradability of isolated starch granules. Starch - Stärke 42, 298-301.

Davis, S. E., and Morton, S., A. III. (2008). Investigation of ionic liquids for the separation of butanol and water. Separation Science and Technology 43, 2460-2472.

Defloor, I., Dehing, I., and Delcour, J. A. (1998). Physico-Chemical Properties of Cassava Starch. Starch - Stärke 50, 58-64.

Dürre, P. (2008). Fermentative butanol production. Annals of the New York Academy of Sciences 1125, 353-362.

Ezeji, T. C., and Blaschek, H. P. (2008). Fermentation of dried distillers' grains and solubles (DDGS) hydrolysates to solvents and value-added products by solventogenic clostridia. Bioresource Technology 99, 5232-5242.

Ezeji, T. C., Groberg, M., Qureshi, N., and Blaschek, H. (2003). Continuous production of butanol from starch-based packing peanuts. Applied Biochemistry and Biotechnology 106, 375-382.

Ezeji, T. C., Qureshi, N., and Blaschek, H. P. (2005). Continuous butanol fermentation and feed starch retrogradation: butanol fermentation sustainability using *Clostridium beijerinckii* BA101. Biotechnology 115, 179-187.

Ezeji, T. C., Qureshi, N., and Blaschek, H. P. (2007). Bioproduction of butanol from biomass: from genes to bioreactors. Current Opinion in Biotechnology 18, 220-227

Geng, Q., and Park, C.-H. (1993). Controlled-ph batch butanol-acetone fermentation by low acid producing *Clostridium acetobutylicum* B18. Biotechnology Letters 15, 421-426.

Gu, Y., Hu, S., Chen, J., Shao, L., He, H., Yang, Y., Yang, S., and Jiang, W. (2009). Ammonium acetate enhances solvent production by *Clostridium acetobutylicum* EA 2018 using cassava as a fermentation medium. Microbiology and Biotechnology 36, 1225-1232.

Hansen, Alan C., Qin Zhang, Peter, W.L. Lyne. (2005). Ethanol diesel fuel blends-a review. Bioresource Technology 96: 277-285.

Hansch, C., Leo, A., Hoekman, D., (1995). Exploring QSAR hydrophobic, electronic and steric constants. ACS, Washington, DC.

Hartmanis, M. G. N., Klason, T., and Gatenbeck, S. (1984). Uptake and activation of acetate and butyrate in *Clostridium acetobutylicum*. Applied Microbiology and Biotechnology 20, 66-77.

Huber, G. W., Iborra, S., and Corma, A. (2006). Synthesis of transportation fuels from biomass: chemistry, catalysts, and engineering. Chemical Reviews 106, 4044-4098.

Jesse, T. W., Ezeji, T. C., Qureshi, N., and Blaschek, H. P. (2002). Production of butanol from starch-based waste packing peanuts and agricultural waste. Microbiology and Biotechnology 29, 117-123.

Jones, D. T., Westhuizen, A. V. D., Long, S., Allcock, E. R., Reid, S. J., and Woods, D. R. (1982). Solvent production and morphological changes in *Clostridium acetobutylicum*. Applied and Enviromental Microbiology 43, 1434-1439.

Jones, D. T., and Woods, D. R. (1986). Acetone-butanol fermentation revisited. Microbiological Reviews 50, 484–524.

Kristin B. (2007). Butanol – an energy alternative? Ethanol Today. March 2011; 36-39. Online sources:http://www.ethanoltoday.com/andhttp://www.ethanol.org/pdf/contentmgmt/ March_11_ET_secondary. pdf.

Lee, S.-M., Cho, M. O., Park, C. H., Chung, Y.-C., Kim, J. H., Sang, B.-I., and Um, Y. (2008a). Continuous butanol production using suspended and immobilized *Clostridium beijerinckii* NCIMB 8052 with supplementary butyrate. Energy and Fuels 22, 3459-3464.

Lee, S. Y., Park, J. H., Jang, S. H., Nielsen, L. K., Kim, J., and Jung, K. S. (2008b). Fermentative butanol production by Clostridia. Biotechnology and Bioengineering 101, 209-228.

Lee, J., Seo, E., Kweon, D. H., Park, K., and Jin, Y. S. (2009). Fermentation of rice bran and defatted rice bran for butanol 5 production using *Clostridium beijerinckii* NCIMB 8052. Microbiology and Biotechnology 19, 482-490.

Liew, S. T., Arbakariya, L. S. T., Rosfarizan, M., and Raha, A. R. (2006). Production of solvent (acetone-butanol-ethanol) in continuous fermentation by *Clostridium saccharobutylicum* DSM 13864 using gelatinized sago starch as a carbon source. Malaysian journal of Microbiology 2, 41-50.

Long, S., Jones, D. T., and Woods, D. R. (1984). Initiation of solvent production, clostridial stage and endospore formation in *Clostridium acetobutylicum* P262. Applied Microbiology and Biotechnology 20, 256-261.

Ma, Y., Cai, C., Wang, J., and Sun, D.-W. (2006). Enzymatic hydrolysis of corn starch for producing fat mimetic. Food Engineering 73, 297-303.

Madihah, M. S., Ariff, A. B., khalil, M. S., Karim, K. I. A., and Suraini, A. A. (2001a). Anaerobic fermentation of gelatinized sago starch-derived sugars to acetone-1-butanol-ethanol solvent by *Clostridium acetobutylicum*. Folia Microbiological 46, 197-204.

Madihah, M. S., Ariff, A. B., Khalil, M. S., Suraini, A. A., and Karim, M. I. A. (2000). Partial purification and some properties of alpha-amylase and glucoamylase obtained as by-product from direct fermentation of sago starch to solvent by *Clostridium acetobutylicum* Pakistan Journal of Biological Sciences 3, 744-749.

Madihah, M. S., Ariff, A. B., Sahaid, K. M., Suraini, A. A., and Karim, M. I. A. (2001b). Direct fermentation of gelatinized sago starch to acetone–butanol–ethanol by *Clostridium acetobutylicum*. Microbiology and Biotechnology 17, 567-576.

Madihah, M. S., Tsuey, L. S., and Ariff, A. B. (2008). The profile of enzymes relevant to solvent production during direct fermentation of sago starch by *Clostridium saccharobutylicum* P262 utilizing different pH control strategies. Biotechnology and Bioprocess Engineering 13, 33-39.

McNeil, B., and Kristiahsen, B. (1985). Effect of temperature upon growth rate and solvent production in batch cultures of *Clostridium acetobutylicum*. Biotechnology Letters 7, 499-502.

Monot, F., Engasser, J. M., and Petitdemange, H. (1983). Regulation of acetone butanol production in batch and continuous cultures of *Clostridium acetobutylicum*. Biotechnology and Bioengineering Symposium 13, 207-216.

Monot, F., Engasser, J. M., and Petitdemange, H. (1984). Influence of pH and dissociated butyric acid on the production of acetone and butanol in batch cultures of *Clostridium acetobutylicum*. Applied Microbiology and Biotechnology 19, 422.

Moreira, A. R., Ulmer, D. C., and Linden, J. C. (1981). Butanol toxicity in the butyric fermentation. Biotechnology and Bioengineering Symposium 11, 567-579.

Nimcevic, D., Schuster, M., and Gapes, J. R. (1998). Solvent production by *Clostridium beijerinckii* NRRL B592 growing on different potato media. Applied Microbiology and Biotechnology 50, 426-428.

Niven, R. K. (2005). Ethanol in gasoline: environmental impacts and sustainability review article. Renewable and Sustainable Energy Reviews 9, 535-555.

Pablos, C., Grieken, R. V., Marugan, J., and Moreno, B. (2011). Photocatalytic inactivation of bacteria in fixed-bed reactor: mechanistic insights by epifluoresence microscopy. Catalysis Today 161, 133-139.

Purwadi, R., Niklasson, C., and Taherzadeh, M. J. (2004). Kinetic study of detoxification of dilute-acid hydrolyzates by $Ca(OH)_2$. Biotechnology 114, 187-198.

Qadeer, M. A., Choudhry, F. M., Ahmad, S., Rashid, S., and Akhtar, M. A. (1980). Acetone-butanol fermentation of cane molasses by *Clostridium acetobutylicum*. Scientific Research 32, 157-671.

Qureshi, N., and Blaschek, H. P. (2001). ABE production from corn: a recent economic evaluation. Industrial Microbiology and Biotechnology 27, 292-297.

Qureshi, N., Saha, B. C., Hector, R. E., Hughes, S. R., and Cotta, M. A. (2008). Butanol production from wheat straw by simultaneous saccharification and fermentation using *Clostridium beijerinckii*: Part I-batch fermentation. Biomass and Bioenergy 32, 168–175.

Rao, M. A., and Tattiyakul, J. (1999). Granule size and rheological behavior of heated tapioca starch dispersions. Carbohydrate Polymers 38, 123-132.

Robinson, R. K. (2000): Encyclopedia of Food Microbiology. Elsevier 1-3, 445-450.

Roos, J. W., McLaughlin, J. K., and Papoutsakis, E. T. (1985). The effect of pH on nitrogen supply, cell lysis, and solvent production in fermentations of *Clostridium acetobutylicum*. Biotechnology and Bioengineering 27, 681-694.

Saksinchai, S., Suphantharika, M., and Verduyn, C. (2001). Application of a simple yeast extract from spent brewer's yeast for growth and sporulation of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*: a physiological study. World Journal of Microbiology and Biotechnology 17, 307-316.

Sandhu, K. S., and Singh, N. (2007). Some properties of corn starches II: Physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties. Food Chemistry 101, 1499-1507.

Schuster, K. C., van den Heuvel, R., Gutierrez, N. A., and Maddox, I. S. (1998). Development of markers for product formation and cell cycle in batch cultivation of *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824. Applied Microbiology and Biotechnology 49, 669-676.

Sriroth, K., Santisopasri, V., Petchalanuwat, C., Kurotjanawong, K., and Piyachomkwan, K. (1999). Cassava starch granule structure function properties: influence of time and

conditions at harvest on four cultivars of cassava starch. Carbohydrate Polymers 38, 161-170.

Swodenk, W. (1983). Ethanol als Rohstoff für die chemische Industrie. Chemie Ingenieur Technik 55, 683-688.

Stephens, G. M., Holt, R. A., Gottschal, J. C., and Morris, J. G. (1985). Studies on the stability of solvent production by *Clostridium acetobutylicum* in continuous culture. Applied Microbiology 58, 597-605.

Thang, V., Kanda, K., and Kobayashi, G. (2010). Production of acetone–butanol–ethanol (ABE) in direct fermentation of cassava by *Clostridium saccharoperbutylacetonicum* N1-4. Applied Biochemistry and Biotechnology 161, 157-170.

Thongchul, N., Navankasattusas, S., and Yang, S.-T. (2010). Production of lactic acid and ethanol by *Rhizopus oryzae* integrated with cassava pulp hydrolysis. Bioprocess and Biosystems Engineering 33, 407-416.

Vadivel, V., and Janardhanan, K. (2001). Diversity in nutritional composition of wild jack bean (*Canavalia ensiformis* L. DC) seed collected from South India. Food Chemistry 74, 507-511.

Wackett, L.P. (2008). Biomass to fuels via microbial transformations. Current Opinion in Chemical Biology 12, 187-193.

Wang, W. J., Powell, A. D., and Oates, C. G. (1995). Pattern of enzyme hydrolysis in raw sago starch: effects of processing history. Carbohydrate Polymers 26, 91-97.

Yu, S., and Tao, J. (2009). Energy efficiency assessment by life cycle simulation of cassava-based fuel ethanol for automotive use in Chinese Guangxi context. Energy 34, 22-31.

Zhu, Y., and Yang, S.T. (2004). Effect of pH on metabolic pathway shift in fermentation of xylose by *Clostridium tyrobutyricum*. Biotechnology 110, 143-151.

ภาคผนวก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาคผนวก ก

ส่วนผสมของอาหารเลี้ยง

1. Cooked Meat Medium

Beef heart extract	30 g/L
Meat peptone	20 g/L
D (+) glucose	2 g/L
Sodium chloride	5 g/L

2. Cooked Meat Agar

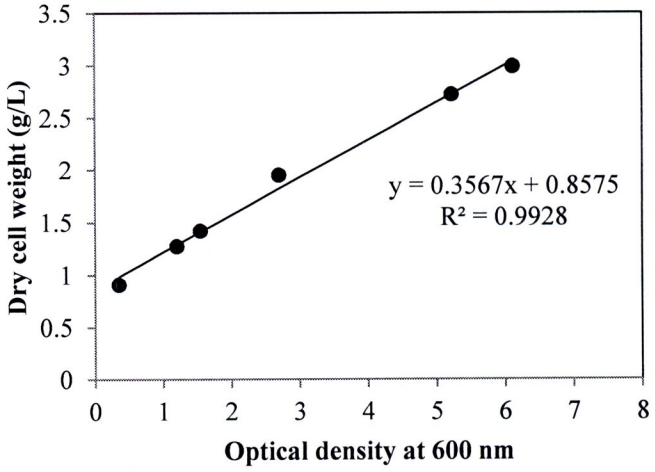
Beef heart extract	30 g/L
Meat peptone	20 g/L
D (+) glucose	2 g/L
Sodium chloride	5 g/L
Agar	15 g/L

3. Reinforced Clostridial Agar

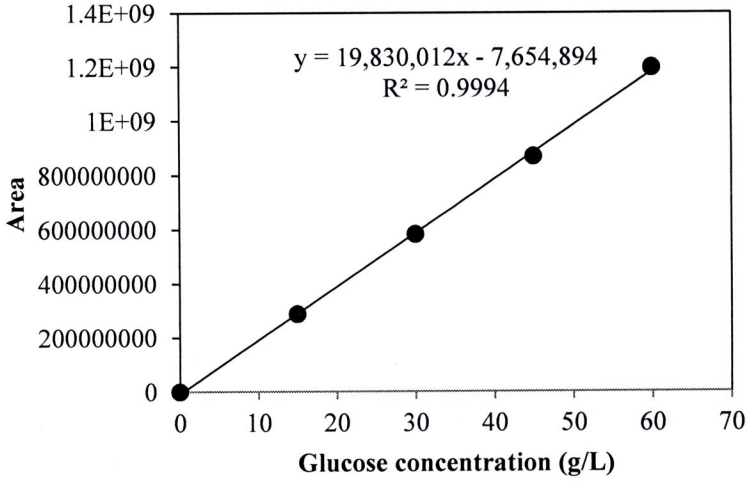
Casein enzymic hydrolysate	10 g/L
Beef extract	10 g/L
Yeast extract	5 g/L
Dextrose	5 g/L
Sodium chloride	3 g/L
Sodium acetate	1 g/L
Soluble starch	0.5 g/L
L- cystein hydrochloride	0.5 g/L
Agar	15 g/L

ภาคผนวก ข

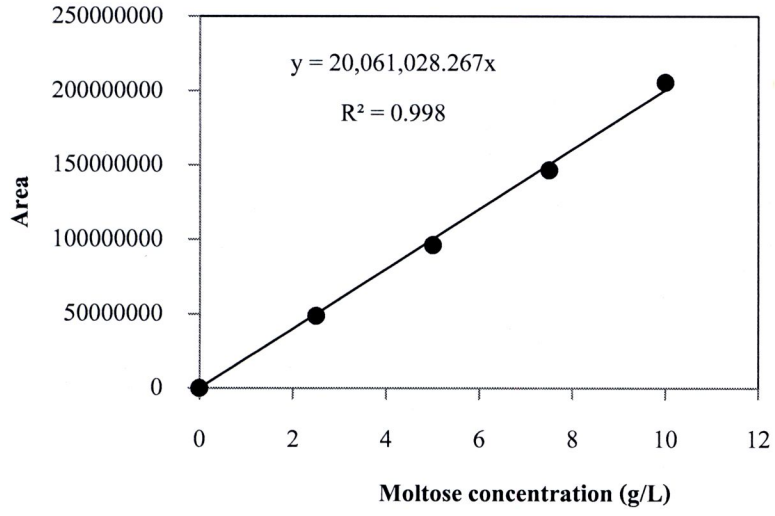
กราฟมาตรฐาน



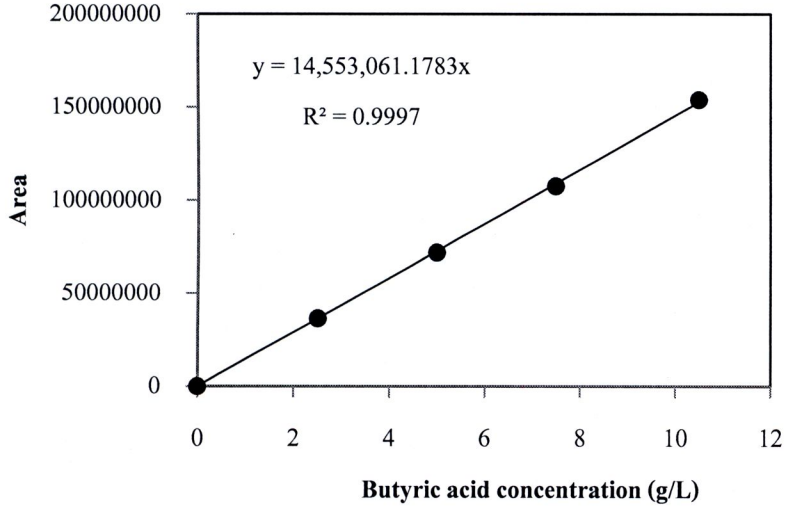
ภาพที่ 1ข ความสัมพันธ์ระหว่าง Optical density (OD) และน้ำหนักเซลล์แห้ง (Dry cell weight) ของแบคทีเรีย *Cl. acetobutylicum* TISTR 1462



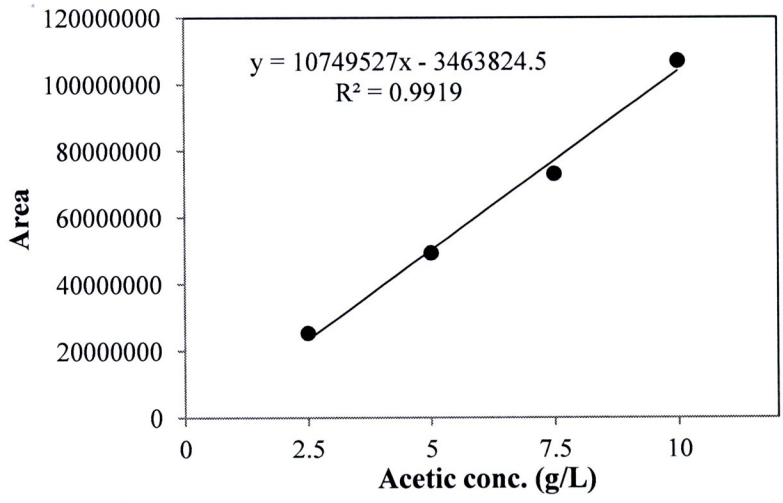
ภาพที่ 2ข กราฟสารละลายมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคสที่ได้จากเครื่อง HPLC



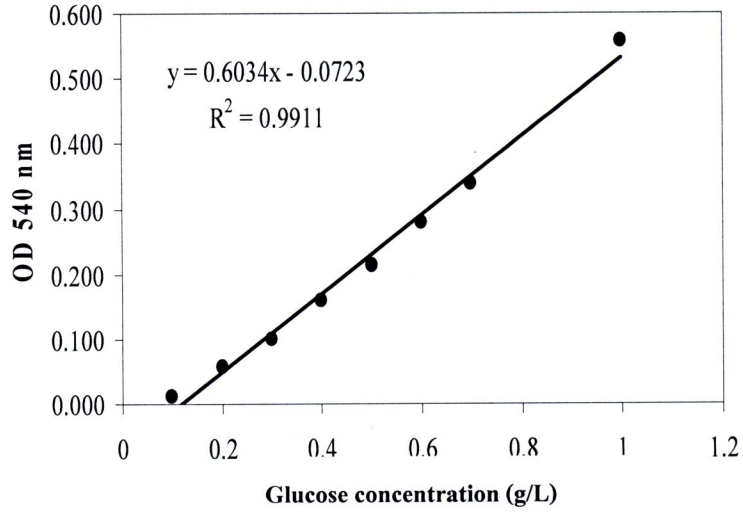
ภาพที่ 3ข กราฟสารละลายมาตรฐานของน้ำตาลมอลโตสที่ได้จากเครื่อง HPLC



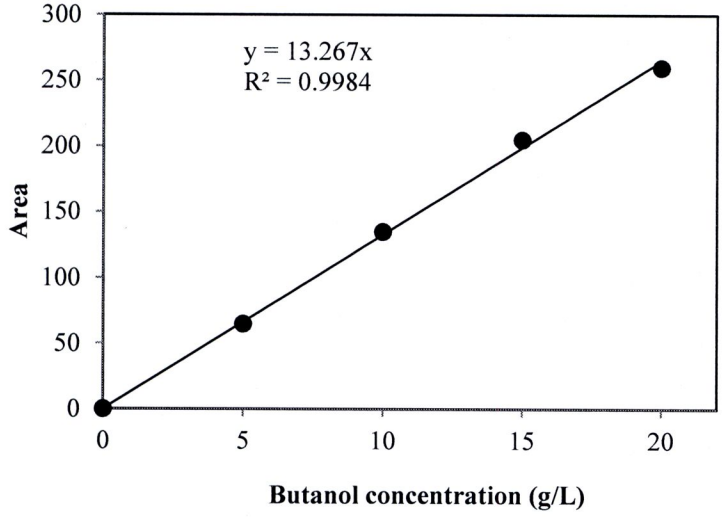
ภาพที่ 4ข กราฟสารละลายมาตรฐานของกรดบิวทิริกที่ได้จากเครื่อง HPLC



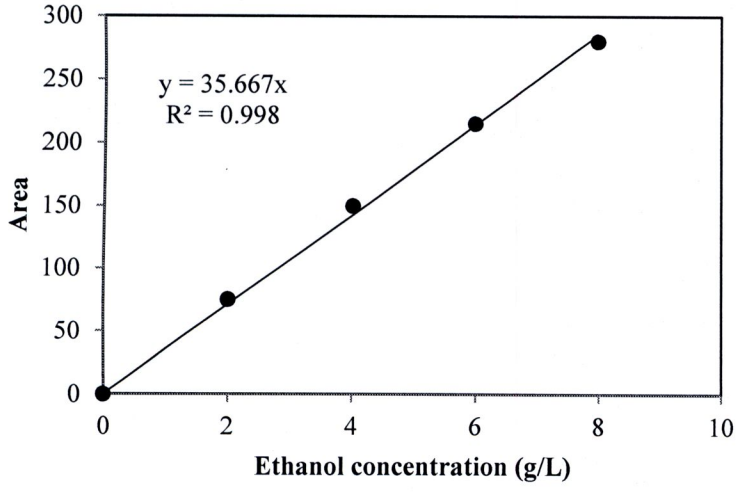
ภาพที่ 5ข กราฟสารละลายมาตรฐานของกรดอะซิติกที่ได้จากเครื่อง HPLC



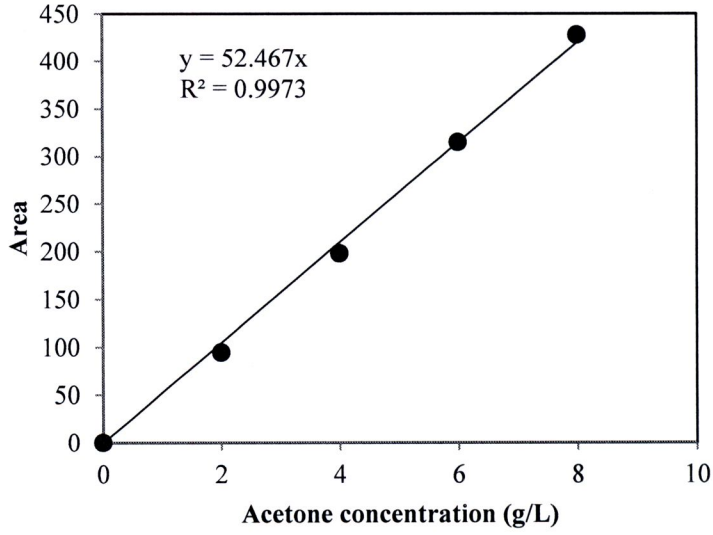
ภาพที่ 6ข กราฟสารละลายมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคสที่วิเคราะห์ด้วยวิธี DNS



ภาพที่ 7ข กราฟสารละลายมาตรฐานของบิวทานอลที่ได้จากเครื่อง GC



ภาพที่ 8ข กราฟสารละลายมาตรฐานของเอทานอลที่ได้จากเครื่อง GC



ภาพที่ 9ข กราฟสารละลายมาตรฐานของแอซิโตนที่ได้จากเครื่อง GC

ประวัติผู้วิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนทร กาญจนทวี ปัจจุบันดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนน มหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-224745 โทรสาร 044-224750 (E-mail: sunthorn@sut.ac.th) ประวัติการศึกษาจบปริญญาตรีสาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา ปี พ.ศ. 2525 ปริญญาโทสาขาวิชา Agricultural Engineering (Food Process Engineering) จากสถาบัน AIT (Asian Institute of Technology) จังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2528 และปริญญาเอก (Ph.D.) สาขาวิชา Biotechnology (Bioprocessing) จากมหาวิทยาลัย Massey University ประเทศ New Zealand ปี พ.ศ. 2533

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย ปัจจุบันเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย "การคัดเลือกแบคทีเรียกรดซักซินิก และการแยก และการทำให้บริสุทธิ์กรดซักซินิก" และเป็นหัวหน้าโครงการวิจัยเรื่อง "การแยกและทำบริสุทธิ์กรดซักซินิกจากน้ำหมักโดยกระบวนการนาโนฟิวเตรชั่น"

งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้วเรื่อง "การพัฒนาระบบกำจัดธาตุอาหารทางชีวภาพโดยใช้แหล่งคาร์บอนภายใน" ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 2009 ใน Suranaree Journal of Science and Technology Vol. 16 หน้า 221-233 และ "การแยกและทำบริสุทธิ์กรดอินทรีย์จากน้ำหมักโดยกระบวนการแผ่นเยื่อบาง: นาโนฟิวเตรชั่น" (Separation and Purification of Organic Acid from Fermentation Broth by Membrane Process: Nanofiltration) ตีพิมพ์ปี ค.ศ. 2010 ใน Process Biochemistry Vol. 45, No 11 หน้า 1763-1768 Impact factor (2010) = 2.648 และ "การผลิตกรดแลคติกจากแป้งมันสำปะหลังโดยเชื้อ *Lactococcus lactis* เสริมด้วยสารสกัดจากยีสต์เหลือทิ้งจากโรงงานผลิตเบียร์" ตีพิมพ์ปี ค.ศ. 2011 ใน Biochemical Engineering Journal Vol. 54, No 3 หน้า 192-199 Impact factor (2010) = 2.692 และ "ลักษณะเฉพาะทางแพนจีโนมของเชื้อแลคโตคอคคัส แลคติส ด้วยเทคนิคความหลากหลายทางจีโนมิกและทรานสคริปโตมิก (Pan-Genome Characteristics of *Lactococcus lactis*: A Genomic and Transcriptomic Diversity Techniques) ตีพิมพ์ปี ค.ศ. 2011 ใน Applied and Environmental Microbiology Vol. 77, No 3 หน้า 739-748 Impact factor (2010) = 3.778

ประวัติผู้วิจัยผู้ร่วมวิจัย

นายอภิชัย สาวิสิทธิ์ เกิดเมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม 2528 บ้านเลขที่ 59 หมู่ 7 ตำบลดงสิงห์ อำเภอจังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด 45270 โทรศัพท์ 044-223333 โทรสาร 044-224750 (E-mail: apichai.sawisit@gmail.com) ประวัติการศึกษา จบปริญญาตรีสาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี ปี พ.ศ 2550 ปริญญาโทสาขาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ปี พ.ศ 2553 ในระหว่างที่ศึกษาในระดับปริญญาโท ได้รับทุนเพื่อไปทำงานวิจัยที่ประเทศญี่ปุ่นภายใต้โครงการ "Internship Program for Asian Young Researchers in the Field of Life Sciences and Bioengineering" โดยหัวข้องานวิจัยในระดับปริญญาโทคือ การผลิตแอซิโตน-บิวทานอล-เอทานอล (เอบีอี) จากมันสำปะหลังและกลีเซอรอลด้วยแบคทีเรีย *Clostridium acetobutylicum*

ผลงานทางวิชาการ เรื่อง "Acetone-Butanol-Ethanol (ABE) Production from Cassava by *Clostridium acetobutylicum* TISTR 1462" ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 2011 ในงานประชุมวิชาการระดับชาติ (The 1st Payap University Research Symposium) มหาวิทยาลัยพายัพ จังหวัดเชียงใหม่ และเรื่อง "Acetone-Butanol-Ethanol (ABE) Production from Glycerol by *Clostridium acetobutylicum*" ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 2011 ในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ (The 1st International Congress on Natural Products) จังหวัดพังงา และเรื่อง "Validation of Carbon and Nitrogen Sources, pH, and Temperature for Efficient Succinate Production by *Actinobacillus succinogenes*" ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 2012 ในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ (The 3rd Thai-Japan Bioplastics and Biobased Materials Symposium) กรุงเทพมหานคร และเรื่อง "Validation of fermentative parameters for efficient succinate production in batch operation by *Actinobacillus succinogenes* 130ZT" ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 2012 ใน Advanced Materials Research Journal, Vol. 550-553.หน้า 1448-1454.

ปัจจุบันบันเป็นนักศึกษาระดับปริญญาเอกในสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถนน มหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

ผลิตสำเนาโดย : ฝ่ายบริการสื่อการศึกษา
ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี