บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษและสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2546. **เทคนิคการบำบัดเสียบางวิธี การนำน้ำทิ้งมาใช้ประโยชน์ และการทดสอบพิษวิทยาสำหรับน้ำทิ้ง**. เล่ม 4. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ. 122 น.

กรมควบคุมมลพิษ. 2548. **สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2547**. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ. 48 น.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2550. **คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับอุตสาหกรรมพิมพ์ผ้า.** กรุงเทพฯ: กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 52 น.

กัลยาณี จิรศรีพงศ์พันธ์. 2550. **การกำจัดสีอะโซและสารก่อมะเร็งอะโรมาติคอามีนในน้ำทิ้งโดยจุลินทรีย์.** 27(1): 1-19. แหล่งที่มา http://opac.vru.ac.th/opacold/BibDetail.aspx (20/3/54).

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539. **การบำบัดน้ำเสีย.** กรุงเทพฯ: มิตรนราการพิมพ์. 442 น.

จุฑารัตน์ หนูสุข. 2546. **การใช้บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินเพื่อการบำบัดขั้นที่สามสำหรับน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 119 น.

ฐปน ชื่นบาล. 2549. **การบำบัดน้ำเสียและการใช้ดัชนีชีวภาพในการติดตามตรวจสอบผลกระทบจากอุตสาหกรรมย้อมผ้า**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.researchgate.net/publication/31869165 (26/3/54).

ประนัดดา เจริญราช. 2548. **การบำบัดน้ำทิ้งจากการฟอกย้อมไหมโดยใช้บึงประดิษฐ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 119 น.

ปิยะบุตร โพธิคามบำรุง 2552. **การลดความเข้มสีในน้ำกากส่าโดยใช้เชื้อผสมระหว่างเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มเชื้อราเน่าขาวและเชื้อยีสต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 92 น.

พวงเดือน ชุ่มศรี. 2549. **ประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนจากน้ำเสียฟาร์มสุกรของระบบบึงประดิษฐ์ผสมแบบน้ำไหลใต้ผิวดินแนวดิ่งตามด้วยแนวนอนโดยใช้หญ้าขนและหญ้าคาลา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 171 น.

รุจิรา ชัยศิริถาวรกุล. 2547. **การบำบัดน้ำเสียจากการซักรีดด้วยการระบายเป็นครั้งคราวในระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินผ่านทรายเทียบกับทรายร่วน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 184 น.

วรวุฒิ จิตหมายเกษม. 2547. **การประยุกต์ใช้ Constructed Wetland สำหรับบำบัดน้ำเสียชุมชน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี. 204 น.

ศักดิ์ชัย อังคสิงห์. 2547. **การบำบัดน้ำเสียบ้านเรือนโดยใช้บึงประดิษฐ์ที่มีการไหลใต้ผิวดินร่วมกับระบบการระเหยโดยพืช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 199 น.

สมพล เปรมปรามอมร. 2547. **การกำจัดไนโตรเจนโดยใช้พืชต่างชนิดในระบบบึงประดิษฐ์แบบการไหลใต้ดินแนวดิ่ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 117 น.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. 2542. **พรรณไม้น้ำในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: อมรินทร์ บุ๊ค เซนเตอร์. 312 น.

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์. 2548. **จุลชีววิทยาของน้ำเสีย.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 242 น.

สุรศักดิ์ นุ่มมีศรี. 2550. **การบำบัดน้ำเสียจากการผลิตเยื่อกระดาษสาโดยระบบบึงปะดิษฐ์แบบผสมผสานที่มีการไหลใต้ผิว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 120 น.

เสนีย์ กาญจนวงศ์. 2551. **การบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมในครัวเรือนผลิตกระดาษสาโดยระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิว.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://mis.eng.cmu.ac.th/research/view_research_detail.asp (26/3/54).

โสมวดี วราอัศวปติ และ . 2547. **การกำจัดแอลเอเอสโดยระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินในแนวราบ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 96 น.\

Ambrosio, S. T. and G. M. Campos-Takaki. 2004. Decolorization of reactive azo dyes by Cunninghamella elegans UCP 542 under co-metabolic conditions. **Bioresource Technology.** 91(1): 69-75.

Arias, C. A., M. Del Bubba and H. Brix 2001. Phosphorus removal by sands for use as media in subsurface flow constructed reed beds. **Water Research**. 35(5): 1159-1168.

Ayaz, S. C. And L. t. Akca. 2001. Treatment of wastewater by natural systems. **Environment International.** 26(3): 189-195.

Bragger, J. L., A. W. Lloyd and G. P. Martin. 1997. Investigations into the azo reducing activity of a common colonic microorganism. **International Journal of Pharmaceutics.** 157(1): 61-71.

Bulc, T. G. and A. Ojstrsek. 2008. The use of constructed wetland for dye-rich textile wastewater treatment. **Journal of Hazardous Materials.** 155(1-2): 76-82.

Calheiros, C. S. C., A. n. O. S. S. Rangel and P. M. L. Castro. 2009. Treatment of industrial wastewater with two-stage constructed wetlands planted with Typha latifolia and Phragmites australis. **Bioresource Technology.** 100(13): 3205-3213.

Cetin, D. and G. n. l. Donmez. 2006. Decolorization of reactive dyes by mixed cultures isolated from textile effluent under anaerobic conditions. **Enzyme and Microbial Technology.** 38(7): 926-930.

Chang, J.-S. and T.-S. Kuo. 2000. Kinetics of bacterial decolorization of azo dye with Escherichia coli NO3. **Bioresource Technology.** 75(2): 107-111.

Chang, J.-S., C. Chou and T. Lee Hu. 2001. Kinetic characteristics of bacterial azo-dye decolorization by Pseudomonas luteola. **Water Research.** 35(12): 2841-2850.

Chen, K.-C., J.-Y. Wu and S.-C. J. Hwang. 2003. Decolorization of the textile dyes by newly isolated bacterial strains. **Journal of Biotechnology.** 101(1): 57-68.

Environmental Protection Agency. 1993. Subsurface flow constructed wetlands for wastewater treatment. [Online]. Available http://www.epa.gov/owow/wetlands/pdf/sub.pdf (10/5/2553).

Georgiou, D., C. Metallinou and K. Gimouhopoulos. 2004. Decolorization of azo-reactive dyes and cotton-textile wastewater using anaerobic digestion and acetate-consuming bacteria. **Biochemical Engineering Journal.** 19(1): 75-79.

Ghermandi, A., D. Bixio. and C. Thoeye. 2007. The role of free water surface constructed wetlands as polishing step in municipal wastewater reclamation and reuse. **Science of The Total Environment.** 380(1-3): 247-258.

Gingell, R. and R. Walker. 1971. Mechanisms of azo reduction by *Streptococcus faecalis*. II.The role of soluble flavins. **Xenobiotica**. 1(3):231–239.

Hsueh, C.-C. and B.-Y. Chen. 2007. Comparative study on reaction selectivity of azo dye decolorization by Pseudomonas luteola. **Journal of Hazardous Materials** 141(3): 842-849.

Isik, M. and D. T. Sponza. 2004. Monitoring of toxicity and intermediates of C.I. Direct Black 38 azo dye through decolorization in an anaerobic/aerobic sequential reactor system. **Journal of Hazardous Materials.** 114(1-3): 29-39.

Jadhav, S. U., M. U. Jadhav and S. P. Govindwar. 2008. Decolorization of Brilliant Blue G dye mediated by degradation of the microbial consortium of Galactomyces geotrichum and Bacillus sp. **Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers.** 39(6): 563-570.

Joshi, T., L. Iyengar and S. Garg. 2008. Isolation, identification and application of novel bacterial consortium TJ-1 for the decolourization of structurally different azo dyes. **Bioresource Technology.** 99(15): 7115-7121.

Kalme, S. D., G. K. Parshetti and S. P. Govindwar. 2007. Biodegradation of benzidine based dye Direct Blue-6 by Pseudomonas desmolyticum NCIM 2112. **Bioresource Technology.** 98(7): 1405-1410.

Karathanasis, A. D., C. L. Potter. and M. S. Coyne. 2003. Vegetation effects on fecal bacteria, BOD, and suspended solid removal in constructed wetlands treating domestic wastewater. **Ecological Engineering.** 20(2): 157-169.

Khehra, M. S., H. S. Saini and S. S. Chimni. 2005. Decolorization of various azo dyes by bacterial consortium. **Dyes and Pigments.** 67(1): 55-61.

Kim, S.-Y., J.-Y. An. and Kim, B.-W. 2008. The effects of reductant and carbon source on the microbial decolorization of azo dyes in an anaerobic sludge process. **Dyes and Pigments** 76(1): 256-263.

Konnerup, D., T. Koottatep and H. Brix. 2009. Treatment of domestic wastewater in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with Canna and Heliconia. **Ecological Engineering.** 35(2): 248-257.

Kyambadde, J., F. Kansiime and G. Dalhammar. 2004. A comparative study of Cyperus papyrus and Miscanthidium violaceum-based constructed wetlands for wastewater treatment in a tropical climate. **Water Research.** 38(2): 475-485.

Modi, H. A., G. Rajput and C. Ambasana. 2010. Decolorization of water soluble azo dyes by bacterial cultures, isolated from dye house effluent. **Bioresource Technology.** 101(16): 6580-6583.

Neralla, S., R. W. Weaver and R. A. Persyn. 2000. Improvement of domestic wastewater quality by subsurface flow constructed wetlands. **Bioresource Technology.** 75(1): 19-25.

Pearce, C. I., J. R. Lloyd and J. T. Guthrie. 2003. The removal of colour from textile wastewater using whole bacterial cells: a review. **Dyes and Pigments.** 58(3): 179-196.

Robinson, T., G. McMullan and P. Nigam. 2001. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. **Bioresource Technology.** 77(3): 247-255.

Sani, R. K. and U. C. Banerjee. 1999. Decolorization of triphenylmethane dyes and textile and dye-stuff effluent by Kurthia sp. **Enzyme and Microbial Technology** 24(7): 433-437.

Seesuriyachan, P., S. Takenaka and K. Aoki. 2007. Metabolism of azo dyes by Lactobacillus casei TISTR 1500 and effects of various factors on decolorization. **Water Research.** 41(5): 985-992.

Shaw, C. B., C. M. Carliell and A. D. Wheatley. 2002. Anaerobic/aerobic treatment of coloured textile effluents using sequencing batch reactors. **Water Research.** 36(8): 1993-2001.

Supaka, N., K. Juntongjin and P. Strehaiano. 2004. Microbial decolorization of reactive azo dyes in a sequential anaerobic-aerobic system. **Chemical Engineering Journal.** 99(2): 169-176.

Todorovics, C., T.M. Garay and Z. Bratek . 2005. The use of the reed *(Phragmites australis)* in wastewater treatment on constructed wetlands**. Acta Biologica Szegediensis** 49 (1-2): 81-83.

Yoo, E. S., J. Libra and L. Adrian. 2001. Mechanism of decolorization of azo dyes in anaerobic mixed culture**. Journal Environment Engineering.** 127:844-849.

Yu, J., X. Wang and P. L. Yue. 2001. Optimal Decolorization and Kinetic Modeling of Synthetic Dyes by Pseudomonas Strains. **Water Research.** 35(15): 3579-3586.

Van, D. Z., R.H.M. F.P and J.A. Field. 2001 Application of redox mediators to accelerate thetransformation of reactive azo dyes in anaerobic bioreactors. **Biotechnology Bioengineering.** 75(6):691–701.

Vymazal, J. 2002. The use of sub-surface constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic: 10 years experience. **Ecological Engineering.** 18(5): 633-646.

Vymazal, J. 2005. Horizontal sub-surface flow and hybrid constructed wetlands systems for wastewater treatment. **Ecological Engineering.** 25(5): 478-490.

Vymazal, J. 2007. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. **Science of The Total Environment.** 380(1-3): 48-65.

Wang, H., X.-W. Zheng and T.-L. Zheng. 2009. Biological decolorization of the reactive dyes Reactive Black 5 by a novel isolated bacterial strain Enterobacter sp. EC3. **Journal of Hazardous Materials.** 171(1-3): 654-659.

ภาคผนวก

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาคผนวก ก
อาหารเลี้ยงเชื้อและวิธีการเตรียม

1.อาหารเหลวสูตร NB

Beef extract	3.0	กรัม
Peptone	5.0	กรัม

ละลายส่วนผสมข้างต้นด้วยน้ำกลั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

2.อาหารแข็งสูตร NA

Beef extract	3.0	กรัม
Peptone	5.0	กรัม
Agar (วุ้น)	15	กรัม

ละลายด้วยน้ำกลั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เติมผงวุ้น 15 กรัม ต้มให้ผงวุ้นละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

3.อาหารแข็งสูตร NA ที่มีสี direct เป็นองค์ประกอบ

สี direct	0.2	กรัม
Beef extract	3.0	กรัม
Peptone	5.0	กรัม
Agar (วุ้น)	15	กรัม

ละลายด้วยน้ำกลั่นให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร เติมผงวุ้น 15 กรัม ต้มให้ผงวุ้นละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

ภาคผนวก ข
การเตรียมสารเคมีและวิธีวิเคราะห์

การเตรียมสารเคมีและวิธีวิเคราะห์

1. การเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 นอร์มอล

HCl จาก stock มีความเข้มข้น 37.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเท่ากับ 12.2 นอร์มอล

เตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 นอร์มอล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 12.2 นอร์มอล ดังนี้

$C_1V_1 = C_2V_2$

$1 \times 100 = 12.2 \times V_2$

$V_2 = 8.20$

ดังนั้น ปิเปตสารละลายไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 12.2 นอร์มอล ปริมาตร 8.20 ลิตร มาผสมกับน้ำกลั่น และทำการปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

2. การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 นอร์มอล

NaOH มี Mw. = 40.0 กรัมต่อลิตร

เตรียมสรละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 นอร์มอล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทำการชั่ง NaOH จำนวน 4 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่นจนสารละลายหมด ทำการปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

3. การเตรียมกลีเซอรอล ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

เตรียมกลีเซอรอล ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากกลีเซอรอล ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้

$C_1V_1 = C_2V_2$

$20 \times 100 = 80 \times V_2$

$V_2 = 25$

ดังนั้น ปิเปตกลีเซอรอล ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร มาผสมกับน้ำกลั่น และทำการปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

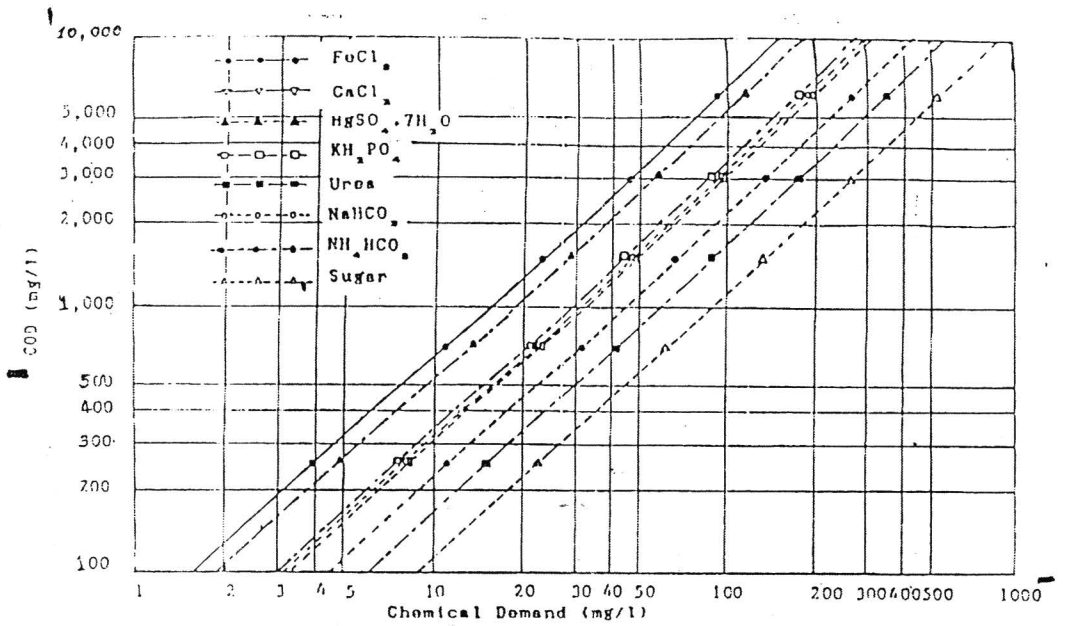
4. การเตรียมเอทานอลความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ (v/v)

เตรียมเอทานอล ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากเอทานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนี้

เทเอทานอล ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 70 มิลลิลิตร ใส่กระบอกตวง ผสมกับน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร

5. การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีองค์ประกอบของสีอะโซ

เตรียมได้จากกราฟมาตรฐานดังต่อไปนี้



กราฟ มาตรฐานสำหรับใช้เตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

Chamical Demand (mg/L) สำหรับ $FeCl_2$, $CaCl_2$ (เส้นทึบ) ค่าที่ได้คูณด้วย 10^{-1}

Chamical Demand (mg/L) สำหรับ $NaHCO_3$, NH_4HCO_3 และ Sugar (จุดไข่ปลา)

ค่าที่ได้ต้องคูณด้วย 10

สี direct 0.25 g/L

น้ำเสียสังเคราะห์ที่เตรียมที่ระดับ Chamical Oxygen Demand เท่ากับ 1,000 (mg/L)

การวิเคราะห์ร้อยละการกำจัดสี

$$\text{ร้อยละการกำจัดสี} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงก่อนบำบัด} - \text{ค่าการดูดกลืนแสงหลังบำบัด}}{\text{ค่าการดูดกลืนแสงก่อนบำบัด}} \times 100$$

6. การเตรียมสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ค่า Chemical Oxygen Demand (COD)

6.1 สารละลายย่อยสลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมต

โพแทสเซียมไดโครเมตปฐมภูมิ (Primary Standard)	4.1913 กรัม
เมอร์คิวริคซัลเฟต	33.3 กรัม
กรดซัลฟูริคเข้มข้น	137 มิลลิลิตร

อบโพแทสเซียมไดโครเมตปฐมภูมิในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นละลายในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้น แล้วเติมเมอร์คิวริคซัลเฟตคนให้ละลายกันอย่างดีปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

6.2 ซัลฟูริครีเอเจนต์

ซิลเวอร์ซัลเฟต ($AgSO_4$)	22 กรัม
กรดซัลฟูริคเข้มข้น	4.0 กิโลกรัม

เติมซิลเวอร์ซัลเฟตในขวดของกรดซัลฟูริคเข้มข้นทิ้งไว้ให้ละลาย 2 วัน

6.3 สารละลายเฟอร์โรอินดิเคเตอร์

1,10 – ฟีแนนโทรลีนโมโนไฮเดรต ($C_{12}H_8H_2N_2O$)	1.485 กรัม
ไอร์ออนซัลเฟตเฮฟต้าไฮเดรต ($FeSO_4.7H_2O$)	0.695 กรัม

ละลายน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

6.4 สารละลายมาตรฐานเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS)

แอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซาไฮเดรต	39.2 กรัม
กรดซัลฟูริคเข้มข้น	20 มิลลิลิตร

ละลายแอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซาไฮเดรตในน้ำกลั่นแล้วค่อย ๆ เติมกรดซัลฟูริคเข้มข้นทิ้งไว้ให้เย็นปรับปริมาตร ให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์ COD (Chemical oxygen demand)

1. ล้างหลอดย่อยสลายและฝาจุกด้วยกรดซัลฟูริก 20 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารอินทรีย์

2. เลือกใช้ปริมาตรของตัวอย่างน้ำและสารเคมีที่เหมาะสม

3. นำตัวอย่างน้ำมาใส่ในหลอดย่อยสลาย แล้วเติมสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต

4. ค่อย ๆ เทกรดซัลฟูริกรีเอเจนต์ให้ไหลลงก้นหลอดเพื่อให้ชั้นของกรดอยู่ภายใต้ตัวอย่างน้ำและสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต

5. ปิดฝาหลอดแก้วให้แน่นแล้วคว่ำหลอดไปมาหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้สารละลายผสมกันอย่างทั่วถึง

6. นำหลอดทดสอบนี้ไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง โดยนำมาวางในที่วางหลอดทดลอง

7. เทสารผสมลงในขวดรูปชมพู่ แล้วเติมเฟอโรอินอินดิเคเตอร์ 1 – 2 หยด นำไปไตเตรทกับ 0.1 โมลาร์ เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต จนถึงจุดยุติเมื่อสารละลายเปลี่ยนสีจากฟ้าอมเขียวเป็นน้ำตาลแดง

8. ด้วยวิธีการเดียวกันให้อบน้ำกลั่น (blank) ในปริมาตรเท่ากับปริมาตรน้ำตัวอย่าง รวมทั้งใช้รีเอเจนท์เดียวกันและไตเตรทด้วย 0.1 โมลาร์ เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต เช่นกัน

การคำนวณ

COD (มิลลิกรัม O_2ต่อ ลิตร) = [(A – B) x M x 8,000] / ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

โดย A = ปริมาตรของ 0.1 โมลาร์ เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ใช้ในการไตเตรท blank (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรของ 0.1 โมลาร์ เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต ที่ใช้ในการไตเตรทน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

M = โมลาริตีของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต

ภาคผนวก ค

ข้อมูลดิบ

ตารางผนวก 1 ประสิทธิภาพการกำจัดสีอะโซในน้ำเสียสังเคราะห์โดยแบคทีเรียแต่ละไอโซเลทที่ระยะเวลา 8 วัน

ไอโซเลท	ประสิทธิภาพการกำจัดสี (ร้อยละ)			
	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6	วันที่ 8
SP-D1	25.96	25.52	29.66	26.31
SP-D2	16.70	28.03	35.74	25.43
SP-D3	27.41	19.74	11.81	10.52
SP-L1	61.99	83.64	85.20	83.28
SP-L2	25.78	29.22	39.89	28.21
SP-L3	28.03	30.59	34.11	28.25
SP-L4	27.68	25.69	32.75	26.22
SP-L5	39.09	47.73	64.52	60.54
SP-L6	26.75	26.27	32.39	17.94
SP-L7	23.67	18.73	22.38	20.11
SP-M1	30.89	36.89	45.26	50.20
SP-M2	29.00	25.12	29.44	24.37
SP-M3	29.13	21.02	14.19	11.20
SP-M4	30.59	21.77	21.82	21.40
SP-M5	28.78	21.77	18.33	16.54

ตารางผนวก 2 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำเสียสังเคราะห์ที่ผ่านการบำบัดด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1 ที่มีระดับความเข้มข้นของสีอะโซต่างๆ

ความเข้มข้นสี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 665 นาโนเมตร			
	วันที่ 0	วันที่ 2	วันที่ 4	วันที่ 6
100	1.72	0.68	0.28	0.19
150	2.35	1.03	0.56	0.41
200	3.44	1.13	0.55	0.47
250	3.99	1.76	0.76	0.60
300	5.21	1.40	1.29	1.28
350	6.11	2.47	1.23	1.12
400	6.82	2.26	0.90	0.73
450	7.48	2.74	1.45	1.26
500	7.87	3.57	2.27	2.18

ตารางผนวก 3 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่เติม glucose ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
0.5	0	47.16	74.69	92.43	89.19
1.0	0	64.78	87.78	96.75	93.13
1.5	0	69.35	88.30	97.89	94.13
2.0	0	68.80	89.81	97.81	93.49
2.5	0	71.02	87.16	96.91	92.32

ตารางผนวก 4 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่เติม sucrose ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* (SP-L1)

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
0.5	0	55.08	94.69	95.48	95.99
1.0	0	54.50	95.87	96.07	97.16
1.5	0	63.74	96.39	96.64	95.30
2.0	0	66.10	97.99	95.98	98.01
2.5	0	71.46	96.33	96.80	96.08

ตารางผนวก 5 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่เติม maltose ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
0.5	0	65.34	84.60	90.04	90.32
1.0	0	67.27	80.52	85.26	85.28
1.5	0	63.55	75.65	78.43	77.76
2.0	0	63.38	81.82	92.31	90.11
2.5	0	65.28	84.66	91.25	89.35

ตารางผนวก 6 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่เติม starch ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
0.5	0	34.29	51.85	82.63	74.10
1.0	0	45.23	76.45	96.72	93.79
1.5	0	53.79	87.96	97.71	94.10
2.0	0	47.17	79.44	96.23	94.23
2.5	0	65.28	88.69	92.63	91.24

ตารางผนวก 7 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่เติม lactose ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
0.5	0	55.97	76.91	83.99	87.06
1.0	0	52.80	83.12	86.14	82.39
1.5	0	59.18	85.00	90.33	87.54
2.0	0	65.04	84.29	90.65	88.90
2.5	0	61.13	82.75	91.67	91.59

ตารางผนวก 8 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่เติม beef extract ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
0.5	0	84.04	96.45	97.22	94.53
1.0	0	89.25	97.28	98.75	95.65
1.5	0	94.84	96.62	98.28	92.60
2.0	0	94.98	83.21	99.27	93.96
2.5	0	94.84	97.31	97.93	93.48

ตารางผนวก 9 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่เติม peptone ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
0.5	0	88.43	95.06	95.86	92.26
1.0	0	94.02	96.85	97.58	94.49
1.5	0	94.64	97.56	98.25	94.48
2.0	0	94.86	97.69	98.02	93.98
2.5	0	95.24	98.37	98.43	93.36

ตารางผนวก 10 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่เติม yeast extract ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
0.5	0	91.39	93.82	94.82	93.27
1.0	0	91.84	94.00	94.33	92.45
1.5	0	92.64	93.88	93.28	91.12
2.0	0	91.73	92.49	92.33	89.58
2.5	0	91.87	92.08	91.20	89.26

ตารางผนวก 11 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่เติม NH_4Cl ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
0.5	0	50.88	74.11	88.26	87.46
1.0	0	44.20	60.31	67.61	71.68
1.5	0	38.95	45.85	52.20	58.73
2.0	0	31.56	32.52	40.30	42.71
2.5	0	38.97	36.06	39.00	39.35

ตารางผนวก 12 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าพีเอชเริ่มต้นที่ระดับต่าง ๆ โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
5.0	0	45.81	41.06	55.44	55.72
6.0	0	84.35	86.59	94.55	90.92
7.0	0	93.71	90.36	95.97	93.72
8.0	0	93.43	92.74	97.62	93.99
9.0	0	19.6	59.7	68.49	61.17
10.0	0	0	33.66	62.62	65.73

ตารางผนวก 13 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ระดับต่าง ๆ โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control (0.0)	0	4.16	5.85	7.21	4.39
1	0	90.51	92.68	95.21	92.68
2.5	0	89.73	93.64	94.86	93.73
5	0	89.81	93.9	96.69	94.86
10	0	90.86	93.56	95.56	95.47

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ตารางผนวก 14 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์ในสภาวะที่เหมาะสมโดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	9.54	8.75	10.34	9.28
1	0	93.72	93.81	92.92	94.6

ตารางผนวก 15 ประสิทธิภาพการกำจัดเอฟซีโอดีในน้ำเสียสังเคราะห์ในสภาวะที่เหมาะสม

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
1	0	26.7	40.0	46.7	50

ตารางผนวก 16 ประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตหม้อฮ่อมในสภาวะที่เหมาะสมโดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดสี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	22.22	26.47	15.92	31.66
1	0	35.73	35	50.37	72.96

ตารางผนวก 17 ประสิทธิภาพการกำจัดเอฟซีโอดีในน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตหม้อฮ่อมในสภาวะที่เหมาะสมโดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1

ความเข้มข้น (ร้อยละ)	การกำจัดเอฟซีโอดี (ร้อยละ)				
	วันที่ 0	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4
Control	0	0	0	0	0
1	0	10	20	20	25

ตารางผนวก 18 ประสิทธิภาพการกำจัดสีของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตหม้อฮ่อมเมื่อผ่านการบำบัดด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1ร่วมกับระบบบึงประดิษฐ์

ทรีตเมนต์	การกำจัดสี (ร้อยละ)								
	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 21	วันที่ 24	วันที่ 27
น้ำเสียเข้า	2.76	2.82	2.70	2.78	2.76	2.00	2.15	2.04	2.08
เติมเชื้อจุลินทรีย์	1.08	1.31	1.66	1.49	1.84	0.91	0.85	1.54	1.20
control	0.51	0.41	0.18	0.36	0.48	0.50	0.58	0.14	0.32
กก	0.06	0.20	0.08	0.27	0.19	0.19	0.15	0.08	0.04
แฝก	0.61	0.20	0.47	0.48	0.60	0.48	0.13	0.14	0.05

ตารางผนวก 19 ประสิทธิภาพการกำจัดเอฟซีโอดีของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตหม้อฮ่อมเมื่อผ่านการบำบัดด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1 ร่วมกับระบบบึงประดิษฐ์

ทรีตเมนต์	การกำจัดสี (ร้อยละ)								
	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 21	วันที่ 24	วันที่ 27
น้ำเสียเข้า	9,600	8,800	8,000	5,600	10,400	10,000	10,400	12,800	11,200
เติมเชื้อจุลินทรีย์	2,400	2,400	4,800	5,600	9,600	9,600	9,600	11,200	10,400
control	5,600	2,800	4,240	4,800	3,200	6,400	6,400	7,200	7,600
กก	4,400	4,800	5,600	3,200	8,000	4,800	2,400	5,200	2,400
แฝก	5,600	5,600	4,000	6,400	5,600	3,200	3,200	2,400	8,000

ตารางผนวก 20 ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตหม้อฮ่อมเมื่อผ่านการบำบัดด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1 ร่วมกับระบบบึงประดิษฐ์

ทรีตเมนต์	การกำจัดบีโอดี (ร้อยละ)								
	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 21	วันที่ 24	วันที่ 27
น้ำเสียเข้า	6,150	5,600	5,250	5,420	5,210	5,100	5,700	6,050	6,150
เติมเชื้อจุลินทรีย์	5,250	3,900	4,600	5,325	5,100	4,950	5,250	5,850	5,850
control	4,500	2,400	3,800	3,600	2,800	4,650	4,650	4,500	4,950
กก	3,900	3,450	3,200	4,650	5,100	2,700	4,800	2,900	2,200
แฝก	3,600	4,720	4,600	2,900	4,800	4,200	3,900	1,900	3,150

ตารางผนวก 21 ค่าความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตหม้อฮ่อมเมื่อผ่านการบำบัดด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L ร่วมกับระบบบึงประดิษฐ์

ทรีตเมนต์	ความเป็นกรด – ด่าง								
	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 21	วันที่ 24	วันที่ 27
น้ำเสียเข้า	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
เติมเชื้อจุลินทรีย์	8.01	7.86	7.97	7.54	7.33	7.83	7.97	7.80	7.91
control	6.74	6.89	7.70	7.77	7.90	7.83	7.81	7.83	7.88
กก	7.04	7.42	7.63	7.43	7.43	7.90	7.95	7.92	7.77
แฝก	6.85	7.15	7.53	7.48	7.86	7.79	7.83	7.85	7.87

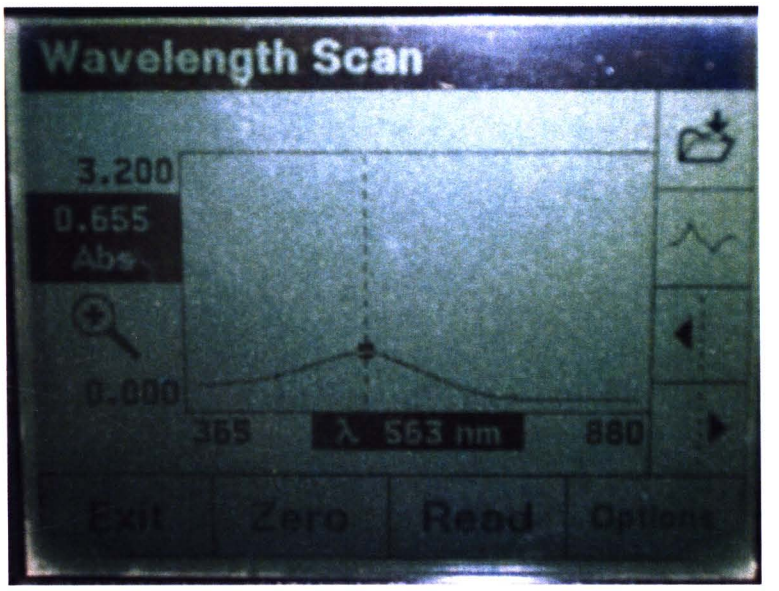
ตารางผนวก 22 ค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตหม้อฮ่อมเมื่อผ่านการบำบัดด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L ร่วมกับระบบบึงประดิษฐ์

ทรีตเมนต์	ของแข็งทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)								
	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 21	วันที่ 24	วันที่ 27
น้ำเสียเข้า	13,210	11,990	6,780	4,320	4,940	4,700	4,190	18,310	16,240
เติมเชื้อจุลินทรีย์	4,020	8,740	9,130	16,815	14,250	10,740	15,860	20,355	9,685
control	5,215	4,620	6,330	5,035	5,520	5,940	4,650	4,995	5,420
กก	4,635	2,515	4,895	4,945	5,030	5,025	4,795	5,175	5,445
แฝก	5,450	7,015	4,970	4,910	5,490	5,320	5,195	4,965	5,570

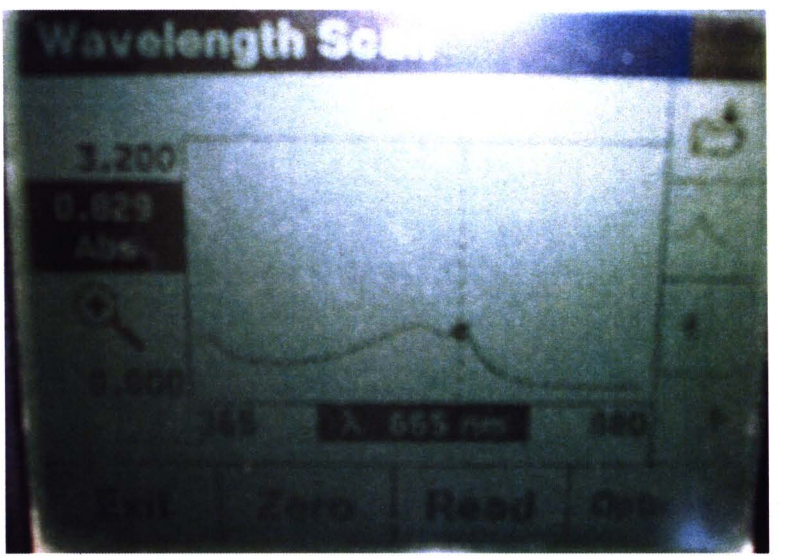
ตารางผนวก 23 ค่าของแข็งแขวนลอยทั้งหมดของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตหม้อฮ่อมเมื่อผ่านการบำบัดด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* SP-L1 ร่วมกับระบบบึงประดิษฐ์

ทรีตเมนต์	ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)								
	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12	วันที่ 15	วันที่ 18	วันที่ 21	วันที่ 24	วันที่ 27
น้ำเสียเข้า	1,620	1,467	1,667	320	620	550	585	520	930
เติมเชื้อจุลินทรีย์	320	1,200	3,655	2,750	920	2,350	880	610	3,840
con	1,150	890	1,120	1,110	1,090	1,020	850	250	620
กก	740	810	1,520	1,200	370	990	290	220	290
แฝก	1,460	1,025	1,040	840	480	1,320	640	710	550

ภาคผนวก ง
กราฟแสดงค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของน้ำเสีย



ภาพผนวก 1 ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีสีอะโซเป็นองค์ประกอบ



ภาพผนวก 2 ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของน้ำเสียจากอุตสาหกรรมการผลิตหม้อฮ่อม ตำบลทุ่งโฮ้ง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่

ภาคผนวก จ
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวสุภาพร แป้นสุวรรณ์

เกิดเมื่อ 19 มิถุนายน 2527

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2540 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี

พ.ศ. 2546 ปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2550 - 2550 หัวหน้างานฝ่ายควบคุมคุณภาพ บริษัท รอยัลอุตสาหกรรมอาหารไทย จำกัด จังหวัดเชียงใหม่

พ.ศ. 2551 - 2551 ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย