รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกรียงศักดิ์ กิตติพิมาน. 2542. การดูดซับออกซิเจนและไนโตรเจนด้วยถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกะลามะพร้าวโดยการกระตุ้นด้วยซิงก์คลอไรด์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2527. การกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้า เล่มที่ 1 สรุปรวม: รายงานวิจัยขั้นสมบูรณ์. ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล. สถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทยา ยานุเมศ. 2534. กระบวนการผลิตและลักษณะน้ำทิ้งในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ. รายงานสรุปผลการสัมมนาเรื่อง การบำบัดน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ. หน้า 23-29. โครงการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.

บุญชัย ตระกูลมหชัย. 2536. การผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลาตาลโตนด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปฐมาภรณ์ เศวตจินดากร. 2545. การเตรียมถ่านดูดซับจากเปลือกผลของยางพาราโดยเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกสำหรับดูดก๊าซไนโตรเจน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยะพร บารมี. 2542 . การเตรียมถ่านกัมมันต์จากยางเหลือทิ้งโดยการกระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงศธร โคว์คชาภรณ์. 2538. ถ่านกัมมันต์จากซังข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2543. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2539. วิศวกรรมการประปา เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มานัด แก้วถาวร. 2537. ผลของโซเดียมคลอไรด์, ซิงค์คลอไรด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัญฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ยงยุทธ แสนสุพรรณ. 2541. ไอโซเทิร์มการดูดซับของแก๊สไฮโดรคาร์บอนเข้มข้นด้วยซีโอไลต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. 2540. คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังแป้งมันดัดแปร และแป้งมันแปรรูป. กรุงเทพมหานคร: (ม.ป.ท.).

วจน์สิร ประยูรพรหม. 2539. ขนาดรูพรุนที่เหมาะสมของถ่านกัมมันต์เม็ดสำหรับกำจัดสีจากน้ำเสียโรงย้อมผ้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรญา ประทุมแก้ว. 2543 . การลดสีรีแอกทีฟโดยกระบวนการเอสบีบีอาร์แบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิมลโรจน์ โอสถานุเคราะห์. 2537. สมบัติการดูดซับสีย้อมในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยใช้แร่ดินร่วมกับสารจับก้อนเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลัญชวัล อิงคภาคย์. 2539. ประสิทธิภาพของการลดซีโอดีและสีออกจากน้ำชะมูลฝอยด้วยกระบวนการดูดติดผิวโดยใช้ถ่านกัมมันต์ ถ่านไม้ และถ่านแกลบ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อธิชัย นพแก้ว. 2539. การใช้ถ่านกัมมันต์ในการดูดติดผิวโลหะหนักจากน้ำชะมูลฝอยที่ผ่านบ่อเก็บกัก วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิชาต หิรัญจิตต์. 2539. การกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟจากน้ำเสียย้อมผ้าด้วยกระบวนการร่วมของการดูดติดผิวและโคแอกกูเลชั่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุตสาหกรรม, กระทรวง. 2532. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถ่านกัมมันต์ . กรุงเทพมหานคร : (ม.ป.ท.).

ภาษาอังกฤษ

Al-Degs, Y., Khraisheh, M.A.M., Allen, S.J. and Ahmad, M.N. 2000. Effect of carbon surface chemistry on the removal of reactive dyes from textile effluent. Water Resourse 34 No 3: 927-935.

American Society for Testing and Material.1993. Standard Practice for Determination of Adsorptive Capacity of Activated Carbon by Aqueous Phase Isotherm Technique ASTM D 3860-89a. Annual book of ASTM standards.

American Society for Testing and Material. 1993. Standard Practice for Estimating the Operating Performance of Granular Activated Carbon for Removal of Soluble Pollutants from Water ASTM D 3922-89. Annual book of ASTM standards.

American Society for Testing and Material.1993. Standard Test Method for Determination of Iodine Number of Activated Carbon ASTM D 4607-94. Annual book of ASTM standards.

Bousher, A., Shen, X. and Edyvean, R.G.J. 1997. Removal of coloured organic matter by adsorption onto low-cost waste material. Water Resourse 31 No 8: 2084-2092.

El Geundi, M. 1991. Colour removal from textile effluents by adsorption techniques. Water Resourse 25 : 271-273.

Lambert, S.D., Graham N.J.D., Sollars C.J. and Fowler G.D. 1997. Evaluation of inorganic adsorbents for the removal of problematic textile dyes and pesticides. Water Science Technology 39 No 2-3: 173-180.

Lazaridis, N.K., Karapantsios, T.D. and Georgantas, D. 2003. Kinetic analysis for the removal of a reactive dye from aqueous solution onto hydrotalcite by adsorption. Water Resourse 37: 3023-3033.

Mckay, G. 1982. Adsorption of dyestuffs from aqueous solutions with activated carbon I. Equilibrium and batch contact time studies. Chem. Tech. Biotechnol 32: 759 – 772.

Mckay, G., Geundi, M.EL. and Nassar, M.M. 1987. Equilibrium studies during the removal of dyestuffs from aqueous solutions using bagasse pith. Water Resourse 21 No 12: 1513-1520.

Mckay, G., Poots, V.J.P. and Healy, J.J. 1978. Removal of basic dye from effluent using wood as an adsorbent. Water Pollution Control 926.

Meyer, V., Carlsson, F.H.H. and Oellermann. 1992. Decolourization of textile effluent using a low cost natural adsorbent material. Water Science Technology. 26, 5-6: 1205-1211.

Ozoh, P.T.E. 1997. Adsorption of cotton fabric dyestuff wastewater on Nigeria agricultural semi-activated carbon. Environmental Monitering and Assessment 46: 225-265.

Poots, V.J.P., Mckay, G. and Healy, J.J. 1976. The Removal of acid dye from effluent using natural adsorbent-I peat. Water Resourse 10: 1061-1066.

Poots, V.J.P., Mckay, G. and Healy, J.J. 1978. Removal of basic dye from effluent using wood as an adsorbent. Water Pollution Control 50: 926-935.

Ramakrishna, K.R. and Viraraghavan, T. 1997. Dye removal using low-cost adsorbents. Water Science Technology 36 No 2-3: 189 -196.

Walker, G.M. and Weatherley, L.R. 2001. Adsorption of dyes from aqueous solution-the effect of adsorbent pore size distribution and dye aggregation. Chemical Engineering Journal 83: 201-206.

Weber, T.W. and Chakravorti, R.K. 1974. Pore and solid diffusion models for fixed bed adsorbers. A.I.Ch.E. Journal 20,228.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ค่าไอโอดีนของถ่านกัมมันต์

การวิเคราะห์ความสามารถในการดูดซับไอโอดีน ซึ่งสมมติว่าเป็นสารพิษในน้ำตามวิธี ASTM D 4607-86 มีรายละเอียดของการวิเคราห์ดังนี้

สารเคมีที่ใช้

- สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจำนวน 70 มิลลิลิตร เทใส่น้ำกลั่นที่มีปริมาตร 550 มิลลิลิตร
- น้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก เตรียมโดยชั่งแป้ง 1 กรัม ละลายน้ำด้วยน้ำร้อนจนมีน้ำหนักเป็น 10 กรัม น้ำแป้งที่เตรียมไว้จะใช้ได้ภายในวันที่เตรียมเท่านั้น
- สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต เข้มข้น 0.100 $\pm$ 0.001 นอร์มัล เตรียมโดยละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) 24.820 กรัมในน้ำ 75 มิลลิลิตร เติมโซเดียมคาร์บอเนต (Ona_2CO_3) 0.1 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 1000 มิลลิลิตรด้วยขวดวัดปริมาตร
- สารละลายไอโอดีนเข้มข้น 0.100+0.001 นอร์มัล เตรียมโดยละลายไอโอดีน 12.700 กรัม และโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 19.10 กรัมด้วยน้ำ 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 4 ชั่วโมง จนผลึกไอโอดีนละลายหมด แล้วจึงเติมน้ำกลั่นให้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตรด้วยขวดวัดปริมาตร
- สารละลายโปแตสเซียมไอโอเดตเข้มข้น 0.100 นอร์มัล เตรียมโดยอบโปแตสเซียมไอโอเดตที่ 110 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ แล้วชั่งมา 3.5667 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

กรรมวิธีเทียบมาตรฐานสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต

- ปิเปตสารละลายโปแตสเซียมไอโอเดต 25 มิลลิลิตรใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2 กรัม เขย่าให้ละลายเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นปริมาณ 5 มิลลิลิตร
- ไตเตรตด้วยสารละลายไธโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติคือจุดที่สารละลายไม่มีสี

คำนวณความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตจาก

$$N_1 = (P^*R) / S$$

โดย N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (นอร์มัล)

P = ปริมาตรของสารละลายโปแตสเซียมไอโอเดต (มิลลิลิตร)

R = ความเข้มข้นของสารละลายโปแตสเซียมไอโอเดต (นอร์มัล)

S = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ไตรเตรต (มิลลิลิตร)

<u>กรรมวิธีเทียบมาตรฐานของสารละลายไอโอดีน</u>

- ปิเปตสารละลายไอโอดีน 25 มิลลิลิตรใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติ คือ จุดที่สารละลายไม่มีสี

คำนวณความเข้มข้นสารละลายไอโอดีนจาก

$$N_2 = (P*R) /S$$

โดย N_2 = ความเข้มข้นของสารละลายไอโอดีน (นอร์มัล)

P = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (มิลลิลิตร)

R = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต (นอร์มัล)

S = ปริมาตรของสารละลาย์อโอดีนที่ใช้ไตรเตรต (มิลลิลิตร)

<u>กรรมวิธีวิเคราะห์</u>

- บดและคัดขนาดตัวอย่างให้ละเอียดน้อยกว่า 30 เมช (0.246 มิลลิเมตร)
- อบตัวอย่างให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 – 120 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในเดซิเคเตอร์
- ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่างเท่ากับ M ให้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 4 (คือมีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม) ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งมีจุกปิด

<u>หมายเหตุ</u> ต้องชั่งน้ำหนักของตัวอย่าง 2 ค่าต่อตัวอย่าง เพื่อให้ได้ค่า C มีค่าน้อยกว่าเท่ากับ และมากกว่า 0.02 น้ำหนักประมาณของตัวอย่าง ดูจากตารางที่ ก-1

- ใส่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกจำนวน 10 มิลลิลิตร (ตวงด้วยปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร) ต้มให้เดือดประมาณ 10 วินาที แกว่งขวดเบาๆ เพื่อให้ผงถ่านกัมมันต์ทุกส่วนชุ่มด้วยสารละลาย เพื่อกำจัดเถ้าหรือซัลเฟอร์ออกจากผิวของถ่านกัมมันต์

- ใส่สารละลายไอโอดีน 100 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเขย่าแรงๆ เป็นเวลา 30 วินาที
- กรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 ทิ้งสารละลายที่กรองได้ 20 มิลลิลิตรแรก
- ดูดสารละลายที่กรองได้ 50 มิลลิลิตรด้วยปิเปต
- ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล โดยใช้น้ำแป้งเป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติ คือ จุดที่สารละลายไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้เป็นมิลลิลิตร (S)
- คำนวณค่าการดูดซับจำเพาะ (X/M) และความเข้มข้นที่สมดุลย์ของสารละลายไอโอดีน (C) ได้จาก

$$X/M\ (mg/g) = (1269.30/M) - (2.2)(12.693)(S/M)$$

$$C = 0.1)\ S/50$$

- นำค่า X/M ที่ได้ทั้งสามค่ามาสร้างกราฟระหว่างแกนราบคือ log C แกนตั้งฉากคือ log X จะได้เส้นความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง
- จากเส้นความสัมพันธ์ที่ตำแหน่ง C = 0.02 หรือ log C = -1.639 จะทราบค่าบนแกนตั้งฉาก สมมุติเท่ากับ Y นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า IA ดังนี้

$$IA\ (มิลลิกรัม/กรัม) = 10^{Y}$$

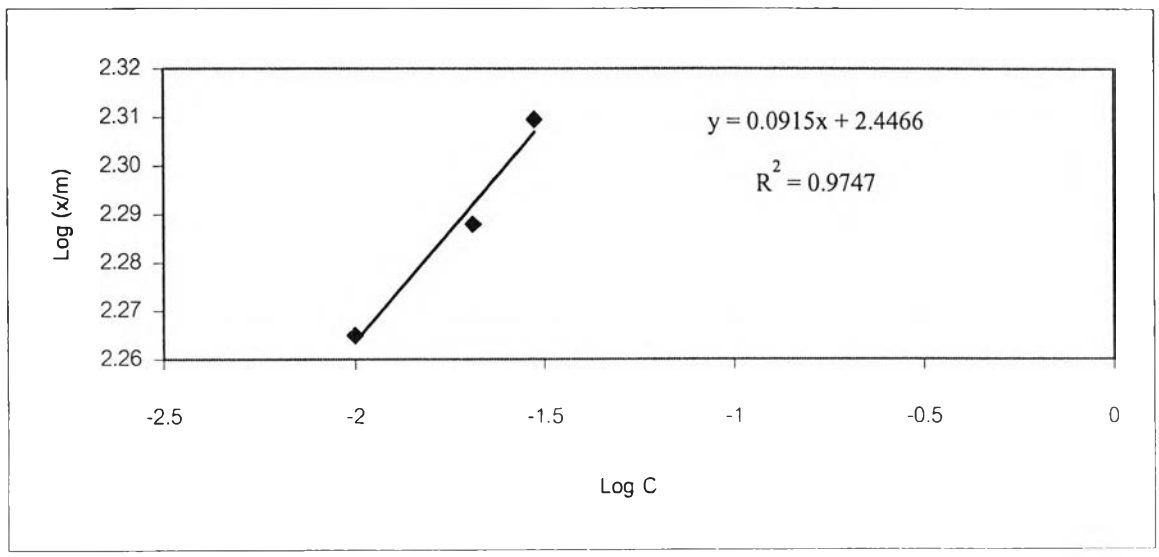
ตาราง ก-1 น้ำหนักประมาณของตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ค่าไอโอดีน

FIND M FOR CALCULATE IODINE NUMBER BY USING ASTM D4607-86

M				M			
E	C = 0.01	C = 0.02	C = 0.03	E	C = 0.01	C = 0.02	C = 0.03
300	3.766	3.300	2.835	1550	0.729	0.639	0.549
350	3.228	2.829	2.430	1600	0.706	0.619	0.531
400	2.824	2.475	2.126	1650	0.684	0.600	0.515
450	2.510	2.200	1.890	1700	0.664	0.582	0.500
500	2.259	1.980	1.701	1750	0.645	0.566	0.486
550	2.054	1.800	1.546	1800	0.628	0.550	0.472
600	1.883	1.650	1.417	1850	0.610	0.535	0.460
650	1.738	1.523	1.308	1900	0.594	0.521	0.447
700	1.614	1.414	1.215	1950	0.579	0.508	0.436
750	1.506	1.320	1.134	2000	0.565	0.495	0.425
800	1.412	1.237	1.063	2050	0.551	0.483	0.415
850	1.329	1.164	1.000	2100	0.538	0.471	0.405
900	1.255	1.100	0.945	2150	0.525	0.460	0.396
950	1.189	1.042	0.895	2200	0.513	0.450	0.388
1000	1.130	0.990	0.850	2250	0.502	0.440	0.378
1050	1.076	0.943	0.810	2300	0.491	0.430	0.370
1100	1.027	0.900	0.773	2350	0.481	0.421	0.362
1150	0.982	0.861	0.739	2400	0.471	0.412	0.354
1200	0.941	0.825	0.709	2450	0.461	0.404	0.347
1250	0.904	0.792	0.680	2500	0.452	0.396	0.340
1300	0.869	0.761	0.654	2550	0.443	0.388	0.333
1350	0.837	0.733	0.630	2600	0.434	0.381	0.327
1400	0.807	0.707	0.607	2650	0.426	0.374	0.321
1450	0.779	0.683	0.586	2700	0.418	0.367	0.315
1500	0.735	0.666	0.567	2750	0.411	0.360	0.309

ตาราง ก-2 ผลการหาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของสารดูดซับแบบที่ 1

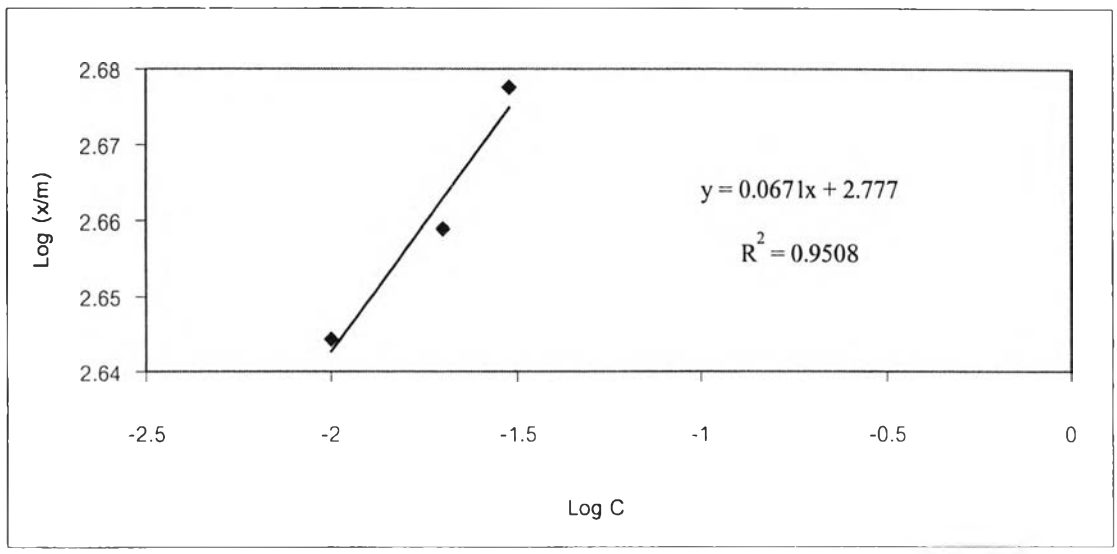
S	M	X/M	C	LOG C	LOG (X/M)
17.5	4.000	203.9453	0.0298	-1.52651303	2.309513803
12.0	5.002	194.0601	0.0205	-1.689285451	2.287936251
5.9	5.932	184.0342	0.0100	-2.000173753	2.264898451
			0.0200	-1.698970004	2.291144245



รูปที่ ก-1 ไอโอดีนนัมเบอร์ของสารดูดซับแบบที่ 1

ตาราง ก-3 ผลการหาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของสารดูดซับแบบที่ 2

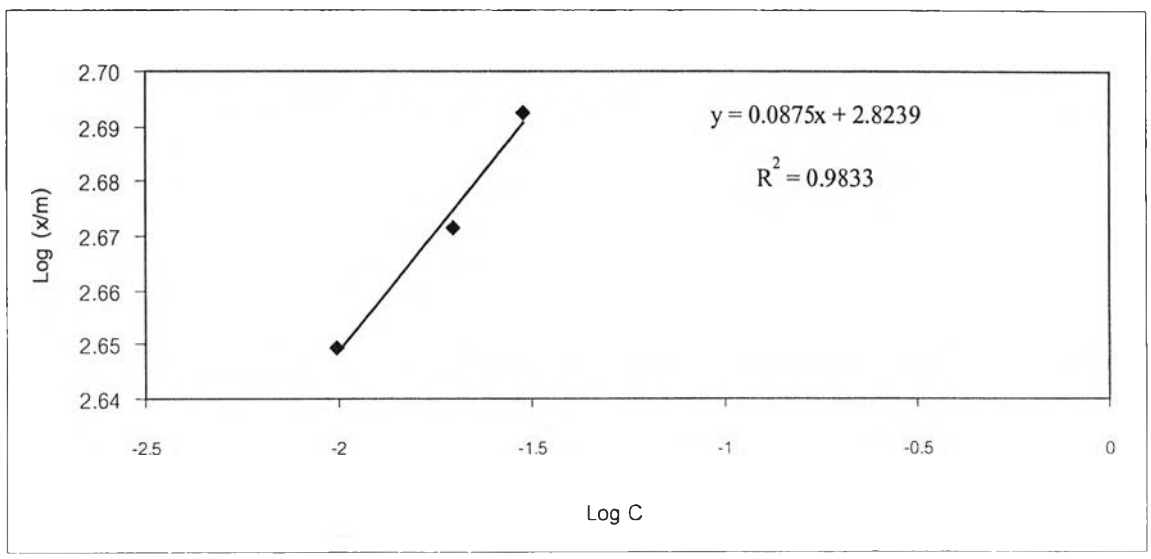
S	M	X/M	C	LOG C	LOG (X/M)
17.7	1.707	475.8537	0.0300	-1.522806369	2.677473409
11.8	2.102	455.8303	0.0200	-1.698774616	2.65880319
5.9	2.476	440.8941	0.0100	-2.000173753	2.64433431
			0.0200	-1.698970004	2.662999113



รูปที่ ก-2 ไอโอดีนนัมเบอร์ของสารดูดซับแบบที่ 2

ตาราง ก-4 ผลการหาค่าไอโอดีนนัมเบอร์ของสารดูดซับแบบที่ 3

S	M	X/M	C	LOG C	LOG (X/M)
17.59	1.652	492.558	0.0299	-1.524285239	2.6924576585
11.64	2.106	469.435	0.0198	-1.703598098	2.6715754665
5.78	2.453	445.996	0.0098	-2.00762324	2.6493306668
			0.0200	-1.698970004	2.6752401246

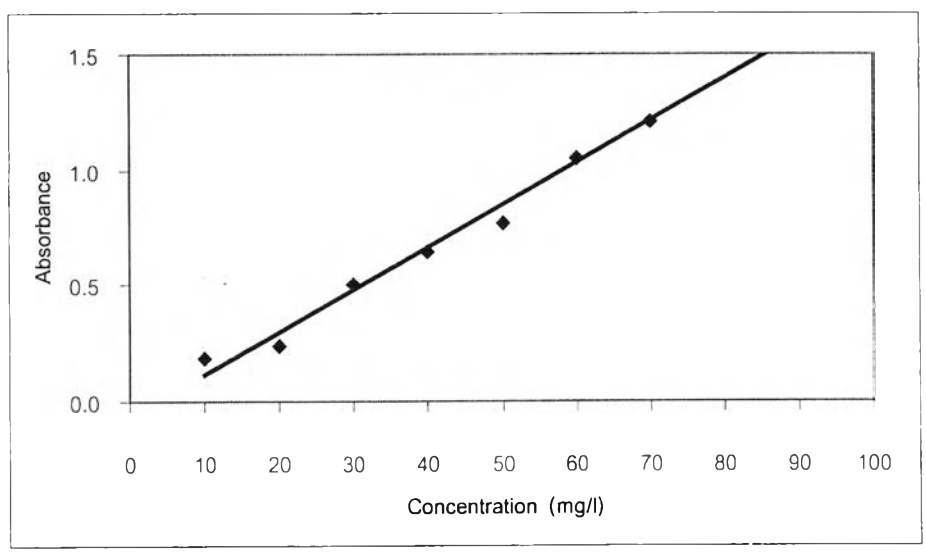


รูปที่ ก-3 ไอโอดีนนัมเบอร์ของสารดูดซับแบบที่ 3

ภาคผนวก ข

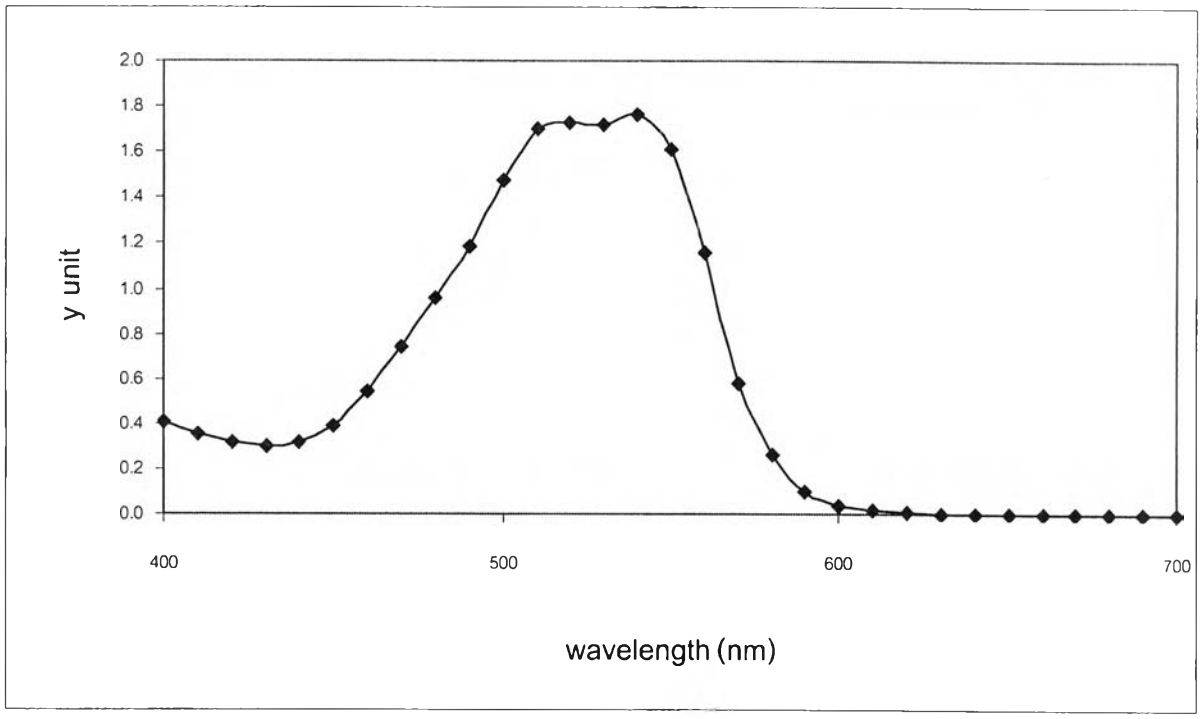
ตารางที่ ข-1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน

ความเข้มข้นสีย้อม (mg/l)	Absorbance
10	0.188
20	0.236
30	0.500
40	0.646
50	0.768
60	1.047
70	1.207
80	1.521
90	1.547
100	1.739



Linear to Zero Coefficient 0.990927

รูปที่ ข-1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐาน



400 nm.	0.406
540 nm.	1.766
700 nm.	-0.001
Peak Hight	1.549

รูปที่ ข-2 ค่าการดูดกลืนแสงของสีย้อมรีแอกทีฟ

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค-1 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟ ด้วยสารดูดซับจากเปลือกมันสำปะหลังแบบที่ 1

ปริมาณถ่าน (g/l)	pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
1.00	5.86	5.86	1.558	91.575	8.425
2.00	5.86	5.86	1.589	91.573	8.427
3.00	5.86	5.72	1.570	90.502	9.498
4.00	5.86	5.89	1.549	89.273	10.727
5.00	5.86	5.93	1.539	88.690	11.310
6.00	5.86	5.94	1.538	88.652	11.348

ตารางที่ ค-2 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟ ด้วยสารดูดซับจากเปลือกมันสำปะหลังแบบที่ 2

ปริมาณถ่าน (g/l)	pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
1.00	5.86	5.86	0.915	51.550	48.450
2.00	5.86	5.86	0.688	38.759	61.241
3.00	5.86	5.72	0.429	24.166	75.834
4.00	5.86	5.89	0.301	16.955	83.045
5.00	5.86	5.93	0.143	8.040	91.960
6.00	5.86	5.94	0.130	7.311	92.689

ตารางที่ ค-3 ผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟ ด้วยสารดูดซับจากเปลือกมันสำปะหลังแบบที่ 3

ปริมาณถ่าน (g/l)	pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
1.00	5.86	5.86	0.595	33.533	66.467
2.00	5.86	5.86	0.199	11.194	88.806
3.00	5.86	5.72	0.175	9.810	90.190
4.00	5.86	5.89	0.142	7.993	92.007
5.00	5.86	5.93	0.130	7.325	92.675
6.00	5.86	5.94	0.108	6.073	93.927

ภาคผนวก ง

ตาราง ง-1 ผลการทดสอบพีเอชที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 0.5 กรัมต่อลิตร

pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
3.02	3.01	0.197	11.571	88.429
5.07	5.02	0.541	31.760	68.240
7.03	6.88	0.534	31.403	68.597
9.02	9.01	0.534	31.370	68.630

ตาราง ง-2 ผลการทดสอบพีเอชที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 1 กรัมต่อลิตร

pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
3.02	3.01	0.062	3.663	96.337
5.07	5.02	0.154	9.036	90.964
7.03	6.88	0.163	9.567	90.433
9.02	9.01	0.168	9.845	90.155

ตาราง ง-3 ผลการทดสอบพีเอชที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 2 กรัมต่อลิตร

pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
3.02	3.01	0.037	2.178	97.822
5.07	5.02	0.146	8.517	91.483
7.03	6.88	0.148	8.667	91.333
9.02	9.01	0.149	8.742	91.258

ตาราง ง-4 ผลการทดสอบพีเอชที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 3 กรัมต่อลิตร

pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
3.02	3.01	0.010	0.581	99.419
5.07	5.02	0.139	8.143	91.857
7.03	6.88	0.142	8.347	91.653
9.02	9.01	0.143	8.430	91.57

ตาราง ง-5 ผลการทดสอบพีเอชที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 4 กรัมต่อลิตร

pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
3.02	3.01	0.01	0.572	99.428
5.07	5.02	0.126	7.396	92.604
7.03	6.88	0.126	7.396	92.604
9.02	9.01	0.127	7.449	92.551

ตาราง ง-6 ผลการทดสอบพีเอชที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 5 กรัมต่อลิตร

pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
3.02	3.01	0.009	0.523	99.477
5.07	5.02	0.118	6.915	93.085
7.03	6.88	0.118	6.931	93.069
9.02	9.01	0.122	7.144	92.856

ตาราง ง-7 ผลการทดสอบเวลาสัมผัสที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 0.5 กรัมต่อลิตร

Time (hr)	pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
0.08	5.86	5.49	1.267	74.431	25.569
0.17	5.86	5.05	1.205	70.783	29.217
0.25	5.86	5.73	1.205	70.783	29.217
0.33	5.86	5.66	1.199	70.427	29.573
0.42	5.86	4.94	1.161	68.190	31.810
0.50	5.85	4.95	1.108	65.069	34.931
1.00	5.86	4.94	1.028	60.376	39.624
1.50	5.86	4.99	0.993	58.372	41.628
2.00	5.86	5.01	0.994	58.357	41.643
2.50	5.86	4.61	0.976	57.366	42.634
3.00	5.87	4.66	0.871	51.166	48.834
3.50	5.86	4.87	0.896	52.626	47.374
4.00	5.86	4.79	0.873	51.283	48.717
6.00	5.86	5.06	0.896	52.626	47.374
8.00	5.86	4.89	0.873	51.283	48.717
10.00	5.86	4.98	0.885	51.940	48.060
12.00	5.86	4.89	0.862	50.673	49.327
14.00	5.86	4.92	0.862	50.673	49.327
16.00	5.86	5.11	0.858	50.345	49.655
18.00	5.86	5.94	0.858	50.377	49.623
20.00	5.86	5.40	0.853	50.077	49.923
22.00	5.86	5.14	0.853	50.077	49.923
24.00	5.86	5.21	0.859	50.417	49.583

ตาราง ง-8 ผลการทดสอบเวลาสัมผัสที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 1 กรัมต่อลิตร

Time (hr)	pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
0.08	5.86	4.81	0.985	57.859	42.141
0.17	5.86	4.42	0.971	57.020	42.980
0.25	5.86	5.13	0.944	55.456	44.544
0.33	5.86	5.40	0.935	54.877	45.123
0.42	5.86	4.55	0.933	54.817	45.183
0.50	5.85	4.69	0.543	31.370	68.630
1.00	5.86	4.86	0.543	31.823	68.177
1.50	5.86	4.58	0.532	31.232	68.768
2.00	5.86	4.60	0.541	31.760	68.240
2.50	5.86	4.40	0.534	31.403	68.597
3.00	5.87	4.40	0.481	28.217	71.783
3.50	5.86	4.47	0.450	26.469	73.531
4.00	5.86	4.55	0.455	26.129	73.871
6.00	5.86	5.20	0.448	26.265	73.735
8.00	5.86	4.52	0.448	26.217	73.783
10.00	5.86	4.72	0.481	28.272	71.728
12.00	5.86	4.61	0.465	27.340	72.660
14.00	5.86	4.48	0.478	28.067	71.933
16.00	5.86	4.74	0.445	26.129	73.871
18.00	5.86	5.82	0.455	26.762	73.238
20.00	5.86	5.04	0.461	27.077	72.923
22.00	5.86	5.14	0.478	28.089	71.911
24.00	5.86	4.80	0.457	26.840	73.160

ตาราง ง-9 ผลการทดสอบเวลาสัมผัสที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 2 กรัมต่อลิตร

Time (hr)	pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
0.08	5.86	4.63	0.456	26.791	73.209
0.17	5.86	3.99	0.460	26.770	73.230
0.25	5.86	4.35	0.408	24.000	76.000
0.33	5.86	4.49	0.389	22.750	77.250
0.42	5.86	4.23	0.373	21.931	78.069
0.50	5.85	4.11	0.201	11.812	88.188
1.00	5.86	4.15	0.163	9.567	90.433
1.50	5.86	4.20	0.151	8.846	91.154
2.00	5.86	4.17	0.154	9.036	90.964
2.50	5.86	4.03	0.143	8.325	91.675
3.00	5.87	4.12	0.137	7.970	92.030
3.50	5.86	4.12	0.131	7.701	92.299
4.00	5.86	4.16	0.120	7.030	92.970
6.00	5.86	4.42	0.138	8.136	91.864
8.00	5.86	4.20	0.143	8.384	91.616
10.00	5.86	4.23	0.136	7.964	92.036
12.00	5.86	4.17	0.150	8.793	91.207
14.00	5.86	4.07	0.144	8.460	91.540
16.00	5.86	4.32	0.128	7.543	92.457
18.00	5.86	5.76	0.127	7.473	92.527
20.00	5.86	4.39	0.170	9.967	90.033
22.00	5.86	4.34	0.158	9.152	90.848
24.00	5.86	4.23	0.149	8.655	91.345

ตาราง ง-10 ผลการทดสอบเวลาสัมผัสที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 3 กรัมต่อลิตร

Time (hr)	pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
0.08	5.86	3.98	0.182	10.718	89.282
0.17	5.86	3.78	0.143	8.417	91.583
0.25	5.86	3.96	0.142	8.364	91.636
0.33	5.86	4.28	0.139	8.036	91.964
0.42	5.86	3.59	0.373	8.114	91.886
0.50	5.85	3.87	0.148	8.566	91.434
1.00	5.86	3.93	0.129	7.587	92.413
1.50	5.86	3.87	0.117	6.893	93.107
2.00	5.86	3.79	0.143	8.43	91.570
2.50	5.86	3.76	0.127	7.449	92.551
3.00	5.87	3.93	0.084	4.919	95.081
3.50	5.86	3.84	0.132	7.746	92.254
4.00	5.86	3.85	0.099	5.819	94.181
6.00	5.86	4.20	0.139	8.143	91.857
8.00	5.86	4.06	0.114	6.712	93.288
10.00	5.86	3.91	0.153	8.961	91.039
12.00	5.86	3.88	0.161	9.455	90.545
14.00	5.86	3.79	0.149	8.728	91.272
16.00	5.86	4.01	0.145	8.529	91.471
18.00	5.86	5.63	0.127	7.449	92.551
20.00	5.86	4.02	0.138	8.022	91.978
22.00	5.86	3.95	0.127	7.449	92.551
24.00	5.86	3.97	0.266	7.655	92.345

ตาราง ง-11 ผลการทดสอบเวลาสัมผัสที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 4 กรัมต่อลิตร

Time (hr)	pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
0.08	5.86	3.66	0.142	8.364	91.636
0.17	5.86	3.66	0.112	6.564	93.436
0.25	5.86	3.64	0.138	8.088	91.912
0.33	5.86	4.47	0.150	8.68	91.320
0.42	5.86	3.84	0.143	8.409	91.591
0.50	5.85	3.88	0.148	8.667	91.333
1.00	5.86	3.72	0.128	7.529	92.471
1.50	5.86	3.68	0.137	8.029	91.971
2.00	5.86	3.64	0.126	7.396	92.604
2.50	5.86	3.65	0.142	8.347	91.653
3.00	5.87	3.72	0.143	8.299	91.701
3.50	5.86	3.62	0.146	8.571	91.429
4.00	5.86	3.71	0.144	8.330	91.670
6.00	5.86	4.34	0.172	10.113	89.887
8.00	5.86	3.68	0.171	9.931	90.069
10.00	5.86	3.77	0.168	9.845	90.155
12.00	5.86	3.72	0.187	10.985	89.015
14.00	5.86	3.64	0.192	11.288	88.712
16.00	5.86	4.48	0.176	10.249	89.751
18.00	5.86	3.68	0.181	10.663	89.337
20.00	5.86	3.87	0.181	10.508	89.492
22.00	5.86	3.73	0.179	10.421	89.579
24.00	5.86	3.78	0.317	10.629	89.371

ตาราง ง-12 ผลการทดสอบเวลาสัมผัสที่เหมาะสมของสารดูดซับแบบที่ 3 ที่ปริมาณ 5 กรัมต่อลิตร

Time (hr)	pH in	pH out	Absorbance	Conc. (mg/l)	% Removal
0.08	5.86	3.76	0.106	6.215	93.785
0.17	5.86	3.52	0.107	6.313	93.687
0.25	5.86	3.68	0.107	6.260	93.740
0.33	5.86	3.60	0.116	6.700	93.300
0.42	5.86	3.60	0.118	6.915	93.085
0.50	5.85	3.54	0.163	9.560	90.440
1.00	5.86	3.55	0.117	6.887	93.113
1.50	5.86	3.51	0.153	8.999	91.001
2.00	5.86	3.47	0.122	7.144	92.856
2.50	5.86	3.52	0.149	8.742	91.258
3.00	5.87	3.71	0.106	6.229	93.771
3.50	5.86	3.60	0.135	7.955	92.045
4.00	5.86	3.71	0.103	6.076	93.924
6.00	5.86	4.92	0.112	6.471	93.529
8.00	5.86	3.44	0.107	6.295	93.705
10.00	5.86	3.88	0.114	6.592	93.408
12.00	5.86	3.70	0.106	6.121	93.879
14.00	5.86	3.57	0.114	6.619	93.381
16.00	5.86	5.84	0.113	6.515	93.485
18.00	5.86	3.71	0.105	6.055	93.945
20.00	5.86	3.89	0.118	6.802	93.198
22.00	5.86	3.63	0.107	6.169	93.831
24.00	5.86	3.77	0.106	6.115	93.885

ภาคผนวก จ

ตารางที่ จ-1 ผลการทดสอบแบบต่อเนื่องของสารดูดซับแบบที่ 3 ในการกำจัดสีย้อมที่เวลาสัมผัสถังเปล่า 10 นาที

Day	pH in	pH out	Absorbance	Conc.(mg/l)	% removal	Bed Volume
0.25	5.86	3.47	0.012	0.613	99.387	38
0.5	5.86	3.52	0.048	2.686	97.314	75
0.75	5.86	3.56	0.081	4.675	95.325	113
1	5.86	3.83	0.733	42.988	57.012	151
2	5.86	3.87	0.795	46.657	53.343	302
3	5.86	4.20	1.046	61.415	38.585	452
4	5.86	4.20	1.332	78.259	21.741	603
5	5.86	5.44	1.445	84.925	15.075	754
6	5.86	5.73	1.599	93.984	6.016	905
7	5.86	5.78	1.692	99.428	0.572	1055
8	5.86	5.76	1.697	99.760	0.240	1206
9	5.86	5.78	1.699	99.854	0.146	1357
10	5.86	5.78	1.699	99.855	0.145	1508
11	5.86	5.78	1.699	99.854	0.146	1659
12	5.86	5.79	1.699	99.854	0.146	1809
13	5.86	5.76	1.699	99.854	0.146	1960
14	5.86	5.76	1.699	99.855	0.145	2111
15	5.86	5.76	1.699	99.855	0.145	2262

ตารางที่ จ-2 ผลการทดสอบแบบต่อเนื่องของสารดูดซับแบบที่ 3 ในการกำจัดสีย้อมที่เวลาสัมผัสถังเปล่า 20 นาที

Day	pH in	pH out	Absorbance	Conc.(mg/l)	% removal	Bed Volume
0.25	5.86	3.47	0.011	0.523	99.477	30
0.5	5.86	3.61	0.012	0.599	99.401	60
0.75	5.86	3.62	0.026	1.434	98.566	90
1	5.86	4.38	0.064	3.663	96.337	120
2	5.86	4.20	0.132	7.630	92.370	240
3	5.86	4.38	0.388	22.690	77.310	359
4	5.86	4.38	0.543	31.804	68.196	479
5	5.86	4.36	0.720	42.235	57.765	599
6	5.86	4.53	0.907	53.224	46.776	719
7	5.86	4.20	1.129	66.325	33.675	838
8	5.86	4.36	1.341	78.769	21.231	958
9	5.86	4.60	1.547	90.884	9.116	1078
10	5.86	5.12	1.692	99.419	0.581	1198
11	5.86	5.12	1.698	99.790	0.210	1317
12	5.86	5.12	1.699	99.835	0.165	1437
13	5.86	5.32	1.699	99.835	0.165	1557
14	5.86	5.41	1.699	99.833	0.167	1677
15	5.86	5.43	1.699	99.833	0.167	1796

ตารางที่ จ-3 ผลการทดสอบแบบต่อเนื่องของสารดูดซับแบบที่ 3 ในการกำจัดสีย้อมที่เวลาสัมผัสถังเปล่า 30 นาที

Day	pH in	pH out	Absorbance	Conc.(mg/l)	% removal	Bed Volume
0.25	5.86	3.47	0.003	0.085	99.915	12
0.5	5.86	3.22	0.004	0.138	99.862	24
0.75	5.86	3.45	0.004	0.142	99.858	36
1	5.86	3.12	0.006	0.214	99.786	48
2	5.86	3.28	0.007	0.268	99.732	96
3	5.86	3.26	0.011	0.523	99.477	144
4	5.86	3.32	0.012	0.572	99.428	192
5	5.86	3.46	0.012	0.581	99.419	240
6	5.86	3.45	0.017	0.870	99.130	287
7	5.86	3.47	0.033	1.797	98.203	335
8	5.86	3.46	0.039	2.178	97.822	383
9	5.86	3.70	0.047	2.663	97.337	431
10	5.86	3.65	0.149	8.675	91.325	479
11	5.86	4.12	0.257	14.990	85.010	527
12	5.86	4.53	0.329	19.220	80.780	575
13	5.86	4.52	0.459	26.876	73.124	623
14	5.86	4.60	0.537	31.496	68.504	671
15	5.86	4.60	0.661	38.768	61.232	719
16	5.86	4.12	0.780	45.790	54.210	766
17	5.86	4.53	0.869	51.040	48.960	814
18	5.86	4.52	1.147	67.349	32.651	862
19	5.86	4.60	1.355	79.580	20.420	910
20	5.86	4.95	1.509	88.680	11.320	958

ตารางที่ จ-3 (ต่อ) ผลการทดสอบแบบต่อเนื่องของสารดูดซับแบบที่ 3 ในการกำจัดสีย้อมที่เวลาสัมผัสถังเปล่า 30 นาที

Day	pH in	pH out	Absorbance	Conc.(mg/l)	% removal	Bed Volume
21	5.86	5.23	1.572	92.367	7.633	1006
22	5.86	5.44	1.609	94.576	5.424	1054
23	5.86	5.45	1.647	96.799	3.201	1102
24	5.86	5.62	1.699	99.856	0.144	1150
25	5.86	5.55	1.699	99.855	0.145	1198

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกีรณา ชินสุวรรณพานิช เกิดเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ. 2524 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545