

การดูดซับสี โรดามีนบี ด้วยซังข้าวโพดและซังข้าวโพดที่ปรับสภาพผิว

Adsorption of Rhodamine B by Corn Cob Seed and Activated Corn Cob Seed

สุวกรณ์ จันทรทัต¹, วทันยุดา วาทกานต์¹

Suwakon Janta¹, Watanyuta Watakan¹

บทคัดย่อ

การศึกษการใช้ซังข้าวโพดและซังข้าวโพดที่ปรับสภาพผิวที่หาได้ในประเทศไทย สำหรับการดูดซับสี โรดามีนบี โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลของเวลาที่สัมผัส ความเข้มข้นเริ่มต้น(10–350 ppm) และ อุณหภูมิของสารละลาย(26-60°C) โดยวิธีแบบแบตช์ เวลาที่เหมาะสมในการดูดซับของซังข้าวโพดและซังข้าวโพดที่ปรับสภาพผิวคือ 2 ชั่วโมงและ 6 ชั่วโมงตามลำดับ ปริมาณสีที่ถูกดูดซับโดยวัสดุดูดซับเปลี่ยนไปเล็กน้อยเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิ จากข้อมูลการดูดซับแสดงให้เห็นว่าซังข้าวโพดที่ปรับสภาพผิวมีประสิทธิภาพมากกว่าซังข้าวโพดที่ไม่ปรับสภาพผิว

คำสำคัญ: การดูดซับ/โรดามีนบี/ซังข้าวโพด/ซังข้าวโพดที่ปรับสภาพผิว/การกำจัดสี

ABSTRACT

The feasibility of using corn cob seed and activated corn cob seed, abundantly available waste in Thailand, for Rhodamine B(RB) dye adsorption has been investigated. The effects of contact time, initial concentration (10–350 ppm) and solution temperature (26-60 °C) were studied in the batch experiments. The sufficient time for adsorption equilibrium of Rhodamine B onto corn cob seed and activated corn cob seed are 2 hour and 6 hour, respectively. The adsorbed amount dye on adsorbent slightly changed with increasing temperature. Based on the adsorption

¹ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

capacity, it was shown that the activated corn cob seed more effective than non-activated corn cob seed.

Keywords: Adsorption/ Rhodamine B/ Corn cob seed/ Activated Corn cob seed / Dye removal

บทนำ

ปัญหาน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นน้ำที่บำบัดได้ยาก โดยเฉพาะโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอ เป็นปัญหาสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและก่อให้เกิดมลภาวะในการมองเห็นเนื่องจากสีปริมาณเล็กน้อยถึงแม้จะไม่มีพิษมากแต่สามารถทำให้แหล่งน้ำในธรรมชาติดูสกปรกและไม่น่าใช้ ดังนั้นการปล่อยน้ำทิ้งลงไปโดยไม่มีการบำบัดทำให้เกิดสีที่น้ำรังเกียจและถ้ายังมีความเข้มข้นของสีสูงจะทำให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านลงสู่ได้ผิวน้ำไม่ได้ซึ่งจะไปทำลายระบบนิเวศ ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำและทำให้น้ำเน่าเสีย

การที่น้ำเน่าเสียจากผลของการปล่อยน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอ จึงได้มีการศึกษาวิธีการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอและพบว่าทำได้หลายวิธี เช่น การตกตะกอนด้วยสารเคมี (Chemistry coagulation) กระบวนการบำบัดทางชีววิทยา (Biological treatment) กระบวนการดูดซับด้วยสารดูดซับ เป็นต้น (Gupta and Suhas, 2009) โดยการศึกษาวิธีการบำบัดน้ำเสียด้วยวัสดุดูดซับจัดเป็นวิธีที่มีความน่าสนใจวิธีหนึ่ง โดยเทคนิคนี้ใช้เทคโนโลยีที่ไม่ยุ่งยาก มีต้นทุนต่ำ เนื่องจากใช้พลังงานน้อย และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้มีราคาไม่แพง ซึ่งวัสดุดูดซับสามารถเตรียมได้จากวัสดุธรรมชาติ ซึ่งข้าวโพดเป็นวัสดุเหลือใช้จากธรรมชาติและหาได้ในง่ายในทุกฤดูกาล ดังนั้นจึงน่าจะสามารถนำมาเป็นวัสดุดูดซับสีย้อมได้ ในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับสีโรดามีนบี (Rhodamine B) โดยซึ่งข้าวโพด และซึ่งข้าวโพดที่ปรับสภาพผิว

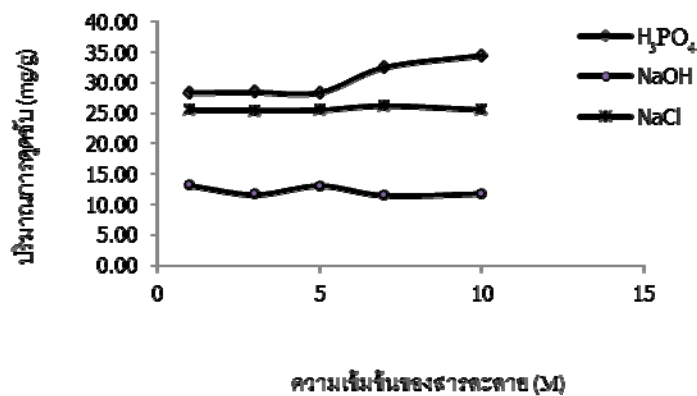
วิธีดำเนินการวิจัย

นำซึ่งข้าวโพดที่ผ่านการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำ มาตากแดด 2-3 วันอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ลดขนาดโดยปั่น แล้วร่อนให้ได้ขนาด 35-60 mesh ซึ่งซึ่งข้าวโพดขนาด 35-60 mesh แช่ในสารละลาย H_3PO_4 , NaOH และ NaCl ความเข้มข้น 1-10 M ปริมาตร 250 mL แต่ละสารละลายต่อตัวอย่างละ 5 g เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำจนสารละลายเป็นกลาง จากนั้นอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออก นำซึ่งข้าวโพดก่อนปรับสภาพผิวและซึ่งข้าวโพดหลังการปรับสภาพผิวด้วยสารละลาย H_3PO_4 , NaOH และ NaCl ที่ได้ไปถ่ายภาพพื้นผิวด้วยเครื่อง Scanning electron microscope (SEM) จากนั้นนำซึ่งข้าวโพดที่ปรับสภาพผิวและไม่ปรับสภาพผิวไปศึกษาความสามารถในการดูดซับสีโรดามีนบี โดยการเขย่าด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็ว 150 รอบต่อนาที ปัจจัยต่างๆที่ทำการศึกษามีดังนี้คือผลของเวลาที่สัมผัส (2-22 ชั่วโมง) ความเข้มข้นเริ่มต้น (10–350 ppm) และอุณหภูมิ (26-60 °C) จากนั้นวัดปริมาณสี

ที่เหลือจากการดูดซับด้วยเครื่องUV-Vis Spectrophotometer แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสีที่ถูกดูดซับต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผล

- 1) ผลการปรับสภาพผิวของซังข้าวโพดด้วยสารละลาย H_3PO_4 , NaOH และ NaCl ในความเข้มข้นต่างๆ

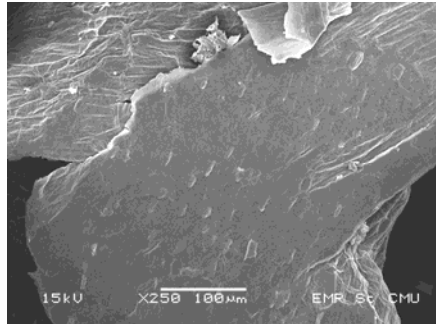


รูป 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดซับสีโรดามีนบีโดยซังข้าวโพด (mg/g) ที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลาย H_3PO_4 , NaOH และ NaCl ในความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 10 M ความเข้มข้นสีโรดามีนบี 100 ppm วัสดุดูดซับ 0.1 กรัม เวลาเขย่า 12 ชั่วโมง อุณหภูมิห้อง

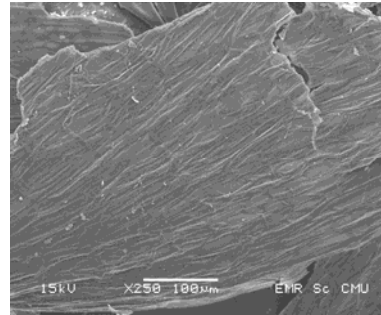
จากรูป 1 การปรับสภาพผิวของซังข้าวโพดด้วยสารละลาย H_3PO_4 , NaOH และ NaCl ความเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 10 M พบว่าซังข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารละลาย H_3PO_4 ความเข้มข้น 10 M มีการดูดซับสูงสุดจึงนำไปศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับเปรียบเทียบกับซังข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิว

- 2) ผลการศึกษาพื้นฐานวิทยาของซังข้าวโพดก่อนและหลังการปรับสภาพผิวด้วยสารละลาย H_3PO_4 , NaOH และ NaCl

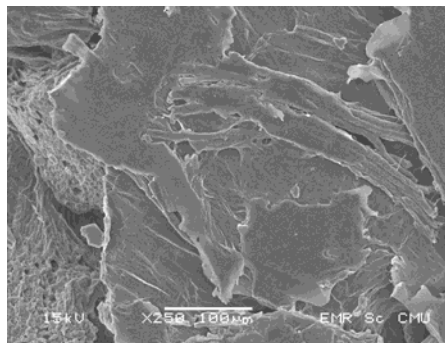
พบว่าซังข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิว และซังข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารละลาย NaOH มีพื้นผิวเรียบแต่ซังข้าวโพดที่ปรับสภาพผิวด้วยสารละลาย H_3PO_4 และ NaCl พบว่าพื้นที่ผิวตัวดูดซับมีรอยหยักเพิ่มขึ้นดังแสดงในรูป 2



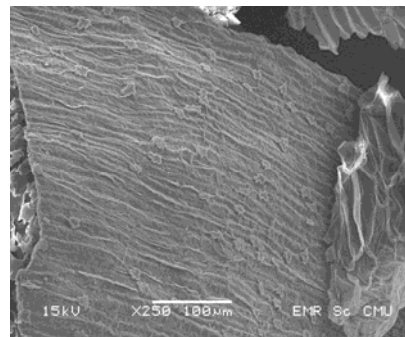
ซึ่งข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิว



ซึ่งข้าวโพดที่ปรับสภาพผิวด้วย H_3PO_4



ซึ่งข้าวโพดที่ปรับสภาพผิวด้วยNaOH



ซึ่งข้าวโพดที่ปรับสภาพผิวด้วยNaCl

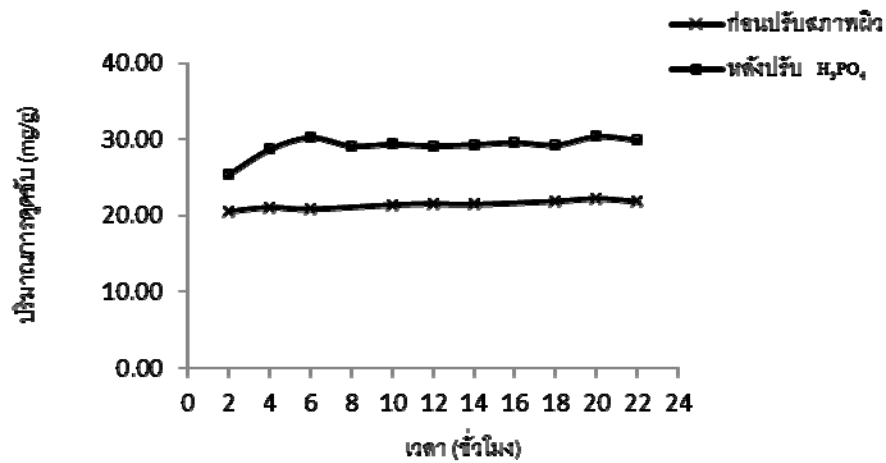
รูป 2 สัณฐานวิทยาของซึ่งข้าวโพดก่อนและหลังการปรับสภาพผิวซึ่งถ่ายด้วยเครื่อง Scanning electron microscope (SEM)

3) ผลของปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับของซึ่งข้าวโพดก่อนและหลังการปรับสภาพผิวด้วย

สารละลาย H_3PO_4 ในความเข้มข้น 10 M

3.1) เวลาเข้าสู่สมดุลของการดูดซับสีโรดามีนบีโดยซึ่งข้าวโพด

การศึกษาการดูดซับสารละลายสีโรดามีนบีด้วยซึ่งข้าวโพดก่อนและหลังการปรับสภาพผิวที่เวลาทุก 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 22 ชั่วโมง ได้ผลดังนี้

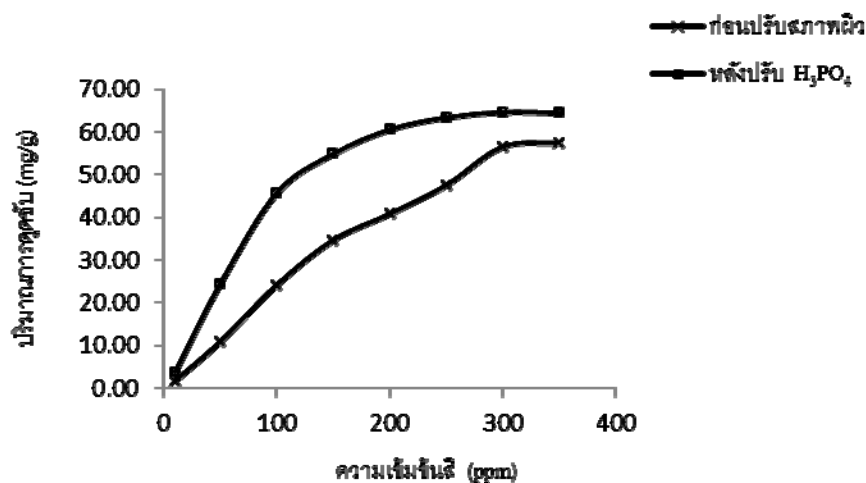


รูป 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดซับซีโรดามีนบีโดยซังข้าวโพด (mg/g) ก่อนและหลังการปรับสภาพผิวที่ความเข้มข้นซีโรดามีนบี 100 ppm วัดดูดซับ 0.1 กรัม อุณหภูมิห้อง

จากรูป 3 แสดงให้เห็นว่าเวลาที่เข้าสู่สมดุลในการดูดซับซีโรดามีนบีโดยซังข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวเข้าสู่สมดุลที่เวลา 2 ชั่วโมง และซังข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพผิวด้วยสารละลาย H_3PO_4 เข้าสู่สมดุลที่เวลา 6 ชั่วโมง

3.2) ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นที่มีผลต่อการดูดซับซีโรดามีนบีโดยซังข้าวโพด

การศึกษาการดูดซับสารละลายซีโรดามีนบีด้วยซังข้าวโพดก่อนและหลังการปรับสภาพผิว ที่ความเข้มข้นของสารละลายซีโรดามีนบีความเข้มข้น 10, 50, 100, 150, 200, 250, 300 และ 350 ppmซึ่งได้ผลดังนี้

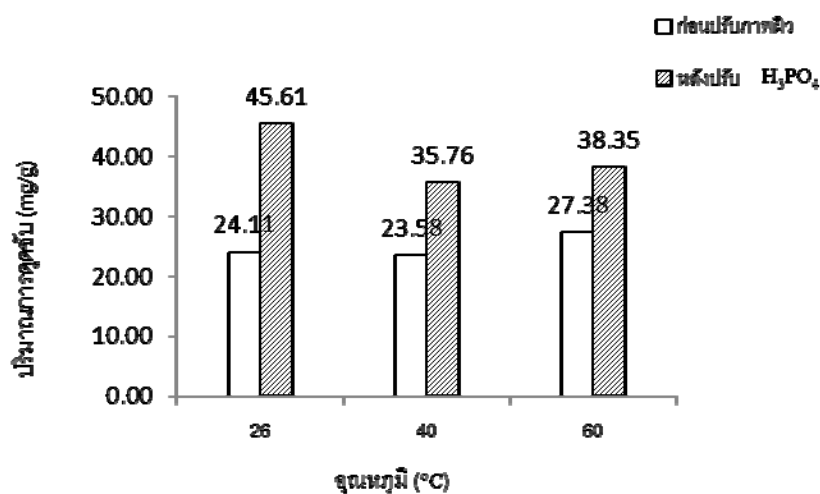


รูป 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดซับสีโรดามีนบีโดยซังข้าวโพด (mg/g) ก่อนและหลังการปรับสภาพผิว ความเข้มข้นสีโรดามีนบี 10-350 ppm วัสดุดูดซับ 0.1 กรัม เวลาเขย่า 6 ชั่วโมง อุณหภูมิห้อง

จากการศึกษาผลของการดูดซับสารละลายสีโรดามีนบีด้วยซังข้าวโพดที่ความเข้มข้นสี 10, 50, 100, 150, 200, 250, 300 และ 350 ppm ทั้งก่อนและหลังการปรับสภาพผิวของวัสดุดูดซับซังข้าวโพด (รูป 4) พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายสีความสามารถในการดูดซับสีของซังข้าวโพดจะเพิ่มขึ้นและคงที่ที่ความเข้มข้นสี 300 ppm ที่ความเข้มข้นของสีจุดนี้ซังข้าวโพดก่อนและหลังการปรับสภาพผิวสามารถดูดซับสีได้ 56.43 และ 64.53 mg/g ตามลำดับ

3.3) ผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการดูดซับสีโรดามีนบีโดยซังข้าวโพด

การศึกษากการดูดซับสารละลายสีโรดามีนบีของซังข้าวโพดที่อุณหภูมิ 26, 40 และ 60 °C ซึ่งได้ผลดังนี้



รูป 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการดูดซับสีโรดามีนบีโดยซังข้าวโพด (mg/g) ก่อนและหลังการปรับสภาพผิวที่อุณหภูมิ 26, 40 และ 60 °C ความเข้มข้นสีโรดามีนบี 100 ppm วัสดุดูดซับ 0.1 กรัม เวลาเขย่า 6 ชั่วโมง

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิที่ 26, 40 , 60 °C ทั้งก่อนและหลังการปรับสภาพผิววัสดุดูดซับซังข้าวโพด พบว่า ซังข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของสารละลายสีโรดามีนบีความสามารถในการดูดซับจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ซังข้าวโพดที่ผ่านการปรับสภาพ

ผิว พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ ความสามารถในการดูดซับสีลดลงเล็กน้อยเช่นกัน ดังนั้นการปรับอุณหภูมิมีผลน้อยมากต่อประสิทธิภาพของการดูดซับสีของวัสดุทั้งสอง

อภิปรายผล

พบว่าซังข้าวโพดที่ไม่ผ่านการปรับสภาพผิวจะมีพื้นผิวเรียบ และเมื่อปรับสภาพผิวด้วยสารละลาย NaOH H_3PO_4 และ NaCl พื้นผิวเปลี่ยนสภาพไป (รูป 2) ซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการดูดซับ โดยซังข้าวโพดที่ปรับสภาพผิวด้วยสารละลาย H_3PO_4 มีการดูดซับสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับที่ปรับสภาพด้วยสารละลาย NaOH หรือ NaCl อาจจะเป็นเนื่องมาจากการที่ซังข้าวโพดส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลลูโลส เมื่อปรับสภาพด้วย H_3PO_4 ซึ่ง H_3PO_4 เป็นสารที่มีความสามารถในการละลายสูง ทำให้สามารถแทรกตัวเข้าไปในโครงสร้างของวัสดุได้สม่ำเสมอจากการศึกษาพบว่าการใช้ H_3PO_4 เป็นตัวกระตุ้นในการเตรียมถ่านกัมมันต์จากวัสดุชีวมวล ทำให้ชีวมวลของเซลลูโลสเกิดความเสถียร และองค์ประกอบของฟอสเฟตยังทำให้โครงสร้างของเซลลูโลสเกิดการขยายตัวส่งผลให้เกิดรูพรุนในโครงสร้าง (ปริญธร เต็มญารศิลป์, 2551) ซึ่งส่งผลให้การดูดซับเพิ่มขึ้น ในขณะที่การเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายสีส่งผลให้การดูดซับของซังข้าวโพดทั้งที่ปรับสภาพและไม่ปรับสภาพมีการดูดซับเพิ่มเนื่องจากเมื่อความเข้มข้นเพิ่มเป็นการเพิ่มโอกาสในสัมผัสพื้นที่ผิวของวัสดุดูดซับเพิ่ม แต่หลังจากความเข้มข้น 300 ppm การดูดซับจะคงที่แม้เพิ่มความเข้มข้นสีเนื่องจากพื้นที่ผิวที่จำกัดของวัสดุดูดซับ นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิมีผลต่อการดูดซับของซังข้าวโพดที่ปรับสภาพและไม่ปรับสภาพเล็กน้อย อย่างไรก็ตามการปรับสภาพผิวด้วย H_3PO_4 จะสามารถดูดซับได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิห้องปกติ จึงสะดวกในการนำไปใช้ ไม่ต้องควบคุมอุณหภูมิ

ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรศึกษาพื้นที่ผิวและรูพรุนของวัสดุดูดซับเพิ่มเติม
- 2) ควรนำวัสดุที่เตรียมได้ไปศึกษาประจุของพื้นที่ผิว (Surface Charge) ของวัสดุเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

- ปริญธร เต็มญารศิลป์ .(2551), การเตรียมและวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะถ่านกัมมันต์จาก ไม้ตองและไม้หมาจู. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรสวรรค์ อัสวแสงรัตน์ และ วีระวัฒน์ คลอวุฒิมันตร์. (2553). การดูดซับสีด้วยตัวดูดซับจากธรรมชาติ. วิศวกรรมลาดกระบัง. 27(4), 1-6.
- รวินทร์ สุทธะนันท์ และ โกวิท ปิยะมั่งคณา. (2554), จลนศาสตร์และเทอร์โมเคมีของการดูดซับเมทิลีนบลูโดยใช้ แกลบดัดแปร. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 21(2), 1-12.
- Bhatnagar, A., and Jain, A. K., (2005). A comparative adsorption study with different industrial wastes

as adsorbents for the removal of cationic dyes from water. J. Colloid Interface Sci, 281(1), 49–55.

Eren, E., and Afsin, B., (2008). Investigation of a basic dye adsorption from aqueous solution onto raw and pre-treated bentonite surfaces. Dyes Pigments, 76(1), 220–225.

Gupta, V.K., and Suhas., (2009), Application of low-cost adsorbents for dye removal – A review , J. Environ. Manag., 90, 2313–2342

Nasuha, N., and Hameed, B.H., (2011), Adsorption of methylene blue from aqueous solution onto NaOH-modified rejected tea. Chem. Eng. J., 166, 783–786