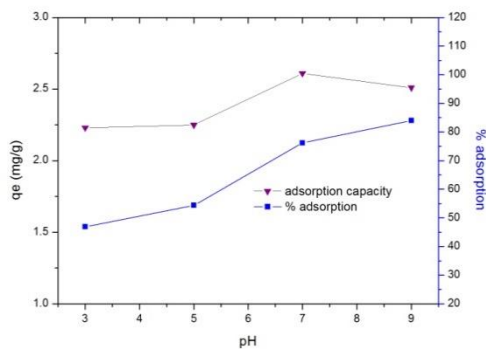


ผลด้านความเป็นกรด-เบสของสีช้อมเมทิลินบลู ทำการดูดซับสีช้อมเมทิลินบลู ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณ 0.15 กรัม เมื่อเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่ 3, 5, 7 และ 9 พบว่าเปลือกหน่อไม้มีความสามารถในการดูดซับสีช้อมเมทิลินบลู ที่ 2.23, 2.25, 2.61 และ 2.51 ตามลำดับ ดังภาพที่ 5 การที่สารละลายเมทิลินบลูมีค่าความเป็นกรดจะทำให้ค่าความสามารถของการดูดซับต่ำ กว่าสารละลายเมทิลินบลูที่เป็นกลาง ส่วนสารละลายเมทิลินบลูที่มีค่าความเป็นเบสค่าความสามารถในการดูดซับจะลดลง ดังนั้นค่าความเป็นกรด-เบสที่ใช้ในการดูดซับที่เหมาะสมที่สุดคือ ค่า pH 7 มีค่าเป็นกลาง

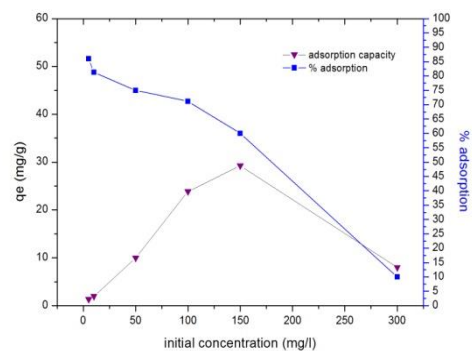


ภาพที่ 5 ผลของความเป็นกรด-เบสในการดูดซับต่อความสามารถในการดูดซับและร้อยละของการดูดซับสีช้อมเมทิลินบลู

ผลด้านความเข้มข้นเริ่มต้น ทำการดูดซับสีช้อมเมทิลินบลู ที่ ปริมาณ 0.15 กรัม เมื่อเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสีช้อมเมทิลินบลูที่ 5, 10, 50, 100, 150 และ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าเปลือกหน่อไม้มีความสามารถในการดูดซับสีช้อมเมทิลินบลู ที่ 1.37, 1.95, 9.97, 23.84, 29.24 และ 7.97 ตามลำดับ ดังภาพที่ 6

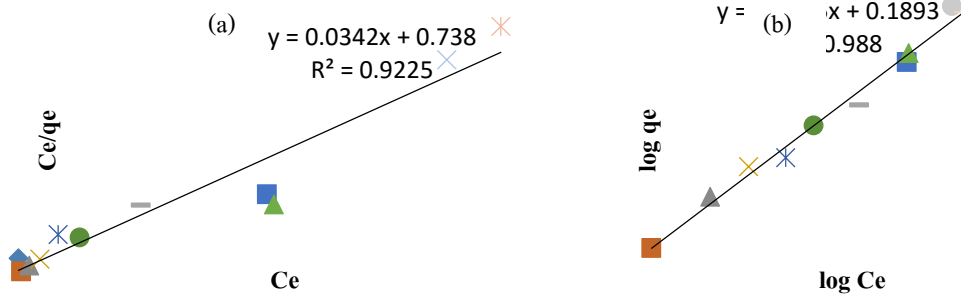
การเพิ่มความเข้มข้นของสีช้อมเมทิลินบลู มีผลให้ค่าความสามารถในการดูดซับสีช้อมเมทิลินบลูเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของสีช้อมเมทิลินบลู

เป็นผลให้เกิดความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสีช้อมเมทิลินบลูในสารละลายกับบริเวณผิวของเปลือกหน่อไม้เพิ่มสูงขึ้น เกิดแรงขับเคลื่อนที่เพิ่มสูงขึ้น ความสามารถในการดูดซับจึงสูงขึ้น แต่ที่ความเข้มข้นที่สูงมากเกินไปส่งผลให้ค่าความสามารถในการดูดซับลดลง ดังนั้นค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุดคือ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 6 ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของสีช้อมเมทิลินบลูในการดูดซับต่อความสามารถในการดูดซับและร้อยละของการดูดซับสีช้อมเมทิลินบลู

ผลการศึกษาไอโซเทอมการดูดซับสีช้อมเมทิลินบลู ไอโซเทอมการดูดซับสีช้อมเมทิลินบลูเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสีช้อมเมทิลินบลูที่ถูกดูดซับต่อน้ำหนักของเปลือกหน่อไม้กับความเข้มข้นของสีช้อมเมทิลินบลูที่เหลืออยู่ที่สภาวะสมดุล อุณหภูมิที่คงที่เพื่อหาไอโซเทอมที่เหมาะสม และใช้อธิบายลักษณะการดูดซับสีช้อมเมทิลินบลูของเปลือกหน่อไม้ โดยนำผลข้อมูลมาหาความสัมพันธ์ตามแบบจำลองไอโซเทอมการดูดซับแบบแลงเมียร์ ได้ดังสมการที่ 3 (อรดี และ ศศิธร, 2557) และแบบจำลองไอโซเทอมการดูดซับแบบฟรุนดลิช ได้ดังสมการที่ 4 (อรดี และ ศศิธร, 2557)



ภาพที่ 7 ไอโซเทอมการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูของเปลือกหน่อไม้ (a) แบบแลงเมียร์ (b) แบบฟรุนดลิช

ตารางที่ 1 ค่าคงที่จากสมการไอโซเทอมแบบแลงเมียร์ และไอโซเทอมแบบฟรุนดลิช

ไอโซเทอมแลงเมียร์			ไอโซเทอมฟรุนดลิช		
q_m (mg/g)	K_L	R^2	K_F	$1/n$	R^2
29.24	0.046	0.9225	1.55	0.72	0.988

ไอโซเทอมการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูโดยใช้เปลือกหน่อไม้ เมื่อใช้สมการแลงเมียร์และฟรุนดลิช แสดงได้ดังรูปที่ 7 (a) และ (b) ตามลำดับ ในขณะที่ค่าคงที่แลง

เมียร์และฟรุนดลิชแสดงได้ดังตารางที่ 1 พบว่าสอดคล้องกับการดูดซับแบบฟรุนดลิชมากกว่าแบบแลงเมียร์ เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R-square) ของไอโซเทอมแลงเมียร์มีค่าเท่ากับ 0.9225 และฟรุนดลิชมีค่าเท่ากับ 0.9880 ซึ่งสูงกว่าแบบแลงเมียร์ จากกราฟไอโซเทอมการดูดซับแบบฟรุนดลิชนั้นจะได้ค่าคงที่ $1/n$ และ ค่า K_F ซึ่งมีค่า 0.72 และ 1.55 ตามลำดับ ซึ่ง n แสดงถึงความแข็งแรงของการดูดซับพบว่า n มีค่า 1.39 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าการดูดซับเกิดขึ้นได้ไม่ดีที่ความเข้มข้นสูงๆ

ตารางที่ 2 ค่าคงที่ ไอโซเทอมการดูดซับเมทิลีนบลูแบบแลงเมียร์และฟรุนดลิชด้วยวัสดุดูดซับอื่น

วัสดุ	ไอโซเทอมแลงเมียร์			ไอโซเทอมฟรุนดลิช			ที่มา
	q_m (mg/g)	K_L (L/mg)	R^2	K_F (mg/g)(L/mg) ^{1/n}	$1/n$	R^2	
แกลบ ดัดแปง	3.46	0.02	0.9631	1.50	0.687	0.9704	รวินทร์, โกวิทช์, 2554
เปลือกถั่วลิสง	16.30	0.20	0.9380	22.67	0.366	0.9330	รวินทร์, โกวิทช์, 2551
เปลือกปอ	94.339	0.491	0.995	0.03	0.443	0.9830	อรดี, ศศิธร, 2557
ไผ่ตงอายุ 1 ปี ที่ผ่านการ กระตุ้น	0.70	7.63	0.9968	4.83	0.086	0.9679	ปรินทร์, 2551

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าคงที่การดูดซับของไอโซเทอม แลงเมียร์และไอโซเทอมแบบฟรุนดลิชมีค่าใกล้เคียงกับวัสดุอื่นที่เกิดจากการกระตุ้นด้วยวิธีต่างๆ แสดงว่า เปลือกหน่อไม้ดูดซับได้ดี

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การดูดซับสีข้อมเมทิลีนบลูโดยใช้เปลือกหน่อไม้เป็นตัวดูดซับ เมื่อนำมาหาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับสีข้อมเมทิลีนบลูในด้านปริมาณตัวดูดซับ เวลาในการดูดซับ อัตราเร็วในการเข้า ความเข้มข้นเริ่มต้น และค่าความเป็นกรด-ด่าง ได้สภาวะที่เหมาะสม ดังนี้ 0.15 กรัม 60 นาที 250 รอบต่อนาที 150 มิลลิกรัม ต่อลิตร และ 7 (กลาง) ตามลำดับ เมื่อศึกษาไอโซเทอมการดูดซับพบว่า การดูดซับสีข้อมเมทิลีนบลูด้วยเปลือกหน่อไม้มีแนวโน้มสอดคล้องกับ ไอโซเทอมแบบฟรุนดลิช มากกว่าไอโซเทอมแบบแลงเมียร์ เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในไอโซเทอมแบบฟรุนดลิชมีค่ามากกว่าไอโซเทอมแบบแลงเมียร์ ดังนั้นการดูดซับสีข้อมเมทิลีนบลูเป็นการดูดซับแบบกายภาพซึ่งสามารถเกิดการดูดซับได้หลายชั้นผิว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มแม่บ้าน บ้านเหล่าใหญ่ อำเภอแม่จางคีรี จังหวัดขอนแก่นที่ได้อนุเคราะห์เปลือกหน่อไม้ที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมในครัวเรือน ขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการจัดทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ไกรศรี ทองเสมียน. ความสามารถในการดูดซับใน ไตรเจนและฟอสฟอรัสของดินต่อระบบการปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์[วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม]. กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2551.

ปริญทร เต็มญาณศิลป์. การเตรียมและการวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะของถ่านกัมมันต์จากไม้แดงและไม้หมากู [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเคมีอินทรีย์]. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2551

รวินทร์ สุทธะนันท์ และ โกวิท ปิยะมังกลา. จลศาสตร์และเทอร์โมเคมีการดูดซับเมทิลีนบลูโดยใช้แคลบดัดแปร. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2554; 21(2): 337-348.

รวินทร์ สุทธะนันท์ และ โกวิท ปิยะมังกลา. จลศาสตร์และเทอร์โมเคมีการดูดซับเมทิลีนบลูโดยใช้เปลือกถั่วลิสง. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร 2551; 31(4): 751-763.

อรดี ฤทธิชัย และ ศศิธร มั่นเจริญ. การกำจัดสีข้อมในน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วยถ่านกัมมันต์จากเปลือกปอ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 2557; 19(1): 131-140.

Benefield, L.D., Judkins, J.F., and Weand, B.L. Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment. New Jersey: Prentice Hall; 1982 .

Hameed, B.H., Ahmad, A.L & Latiff, K.N.A. Adsorption of basic dye (methylene blue) onto activated carbon prepared from rattan sawdust. Dyes and Pigments 2007; 75: 143-149.

Ozer, D., Dursum, G., and Ozer, A. methylene blue adsorption from aqueous solution by dehydrated peanut hull. Jurnal of Hazardous Materials 2007; 144: 171-179.

Ming-Xiong He, et al. Bio-ethanol Production from Bamboo Residues with Lignocellulose Fractionation Technology (LFT) and Separate Hydrolysis Fermentation by *Zymomonas Mobilis*. American Journal of Biomass and Bioenergy 2013; 2(1): 15-24.