อุณหภูมิที่มีผลในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูโดยกากชา

ซูไฮนี มูซอ[1] อุสมาน กาหลง[1] สตารียัะ มะลี[2] และนิสาพร มูหะมัด[2*]

[1]นักศึกษา สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

[2]อาจารย์สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*

([*]Corresponding author’s e-mail: nisaporn.m@yru.ac.th)

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำกากชาที่เหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์ โดยการนำกากชาปริมาณ 0.1 ถึง 1.6 กรัม มาทดสอบความสามารถในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูที่มีความเข้มข้น 0.013 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่ 1 ชั่วโมง กากชาปริมาณตั้งแต่ 0.2 ถึง 1.6 กรัม มีความสามารถในการดูดซับสีย้อมได้มากกว่า 94% และเมื่อเวลาครบ 24 ชั่วโมง สามารถดูดซับสีย้อมได้ 100% จากนั้น เลือกกากชาปริมาณ 0.1 กรัมเพื่อนำไปทดสอบความสามารถในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.0065 ถึง 0.065 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรากฏว่า กากชาปริมาณ 0.1 กรัม สามารถดูดซับสีย้อม ความเข้ม 0.0065 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ 100% ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 เป็นต้นไป นอกจากนี้ ทำการทดสอบความสามารถในการดูดซับที่อุณหภูมิต่างๆ ตั้งแต่ 25 ถึง 95 องศาเซลเซียส โดยใช้กากชาปริมาณ 0.1 กรัมต่อสีย้อมเมทิลีนบลูความเข้มข้น 0.013 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ความสามารถในการดูดซับสีย้อมที่อุณหภูมิต่างๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจาก การเพิ่มของอุณหภูมิทำให้การแพร่ผ่านของสารที่ถูกดูดซับลงไปยังรูพรุนของตัวดูดซับเร็วขึ้นแต่จะส่งผลให้แรงยึดเหนียวระหว่างโมเลกุลของสารที่ถูกดูดซับกับพื้นที่ผิวของตัวดูดซับลดลง เมื่อบ่มกากชาที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ความสามารถในการดูดซับเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมง

คำสำคัญ: กากชา การดูดซับ สีย้อมเมทิลีนบลู

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะมลพิษทางน้ำที่เกิดจากการเจริญเติบโตทางอุตสาหกรรมนับทวีความรุนแรงมากขึ้น โดยเฉพาะอุตสาหกรรมสิ่งทอซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวสูง ทำให้มีการพัฒนาทั้งทางด้านกระบวนการผลิตและการแข่งขันที่สูงขึ้นเพื่อเพิ่มปริมาณสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ต้องใช้ร่วมกับวัตถุดิบในทุกขั้นตอนการผลิต นอกจากอุตสาหกรรมสิ่งทอแล้วยังมีอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่ใช้สีย้อมในกระบวนการผลิต ได้แก่ อุตสาหกรรมฟอก ย้อมผ้า สิ่งพิมพ์ การถ่ายภาพ อุตสาหกรรมพลาสติกและอื่นๆ [1] ส่งผลให้การใช้สีย้อมมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นและสีย้อมเหล่านี้อาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้ [2]

จากคุณสมบัติของสีย้อมสังเคราะห์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน ทำให้สีเหล่านี้มีความคงตัวสูง ทนต่อการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในธรรมชาติ ทำให้น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานการผลิตสีย้อมไม่สามารถที่จะกำจัดออกได้โดยวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยทั่วไป [3] โดยเฉพาะสีกลุ่มอะโซ (azo dye) เป็นสีที่มีโครงสร้างเป็นสารประกอบอะโรมาติกที่มีหมู่อะโซ (-N=N-) 1 หมู่หรือมากกว่า 1 หมู่ในโครงสร้าง เช่น สี

เมทิลเรด (Methyl red) สีอะโซเป็นสีที่มีการสังเคราะห์มาใช้ทางการค้ามากที่สุดกลุ่มหนึ่ง และเป็นสีที่นิยมใช้ มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสีย้อมชนิดต่างๆ ถึง 60-70% ของสีทั้งหมด [4,5] โดยทั่วไป สีย้อมเป็นสารที่จัดได้ว่ามีความเป็นพิษต่ำ โดยไม่พบว่ามีอัตราการตายหรือเจ็บป่วยของผู้ที่ทำงานในโรงงานฟอกย้อมสูงกว่าบุคคลอาชีพอื่นแต่อย่างใด สีย้อมอาจเข้าสู่ร่างกายของผู้ใช้ได้ 3 ทาง คือ ทางจมูกโดยการสูดดม ทางผิวหนังโดยการสัมผัส และทางระบบทางเดินอาหารโดยปนเข้าไปกับอาหารการกินและเป็นที่ทราบกันดีว่าสารวัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์สีย้อมมีจำนวนไม่น้อยที่มีความเป็นพิษสูงมากและมีหลายตัวเป็นสารก่อมะเร็ง [6] ดังนั้น กระบวนการกำจัดสีย้อมจากน้ำเสียจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยในปัจจุบันมีอยู่หลายวิธี เช่น การตกตะกอนด้วยสารเคมี (Chemical Coagulation) กระบวนการบำบัดทางชีววิทยา (Biological Treatment) และการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) จากงานวิจัยของ สราวุธ ศรีคุณ [7] ได้ทำการศึกษาการดูดซับสีย้อมและไอออนโลหะตะกั่วด้วยถ่านกัมมันต์ที่สังเคราะห์จากเปลือกทุเรียน โดยที่ถ่านกัมมันต์ที่สังเคราะห์จากเปลือกทุเรียน สามารถดูดซับสีเบสิกกรีน 4 (Basic Green 4) ได้มากกว่าสีแอสิดบลู 113 (Acid Blue 113) และสีไดเร็คท์บลู 80 (Direct Blue 80) นอกจากนี้ยังพบว่า ไอโซเทอมการดูดซับสีเบสิกกรีน 4 และไอออนโลหะตะกั่ว (Pb^{2+}) สอดคล้องกับไอโซเทอมการดูดซับของแลงเมียร์ และจากงานวิจัยของ George Z. Kyzas (2012) ได้ทำการศึกษาการดูดซับสีย้อมจากโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วยสิ่งเหลือใช้ คือ กากกาแฟ (Greek coffee) พบว่า กากกาแฟที่ใช้ในการศึกษามีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในสภาวะเป็นกรด (pH 2)

ชาเป็นพืชชนิดหนึ่งที่ได้รับการบ่มและตากแห้งเพื่อนำไปใช้ประโยชน์โดยมีการบริโภคจากประชาชนทั่วทุกมุมโลกและถือเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมเป็นอันดับสองของโลกเป็นรองเพียงน้ำเปล่าเท่านั้น มีการประมาณว่าการบริโภคน้ำชาสูงถึง 18-20 ล้านถ้วยต่อวัน ชากระป๋องและชาขวดตลอดจนชาพร้อมดื่มถูกผลิตขึ้นในปริมาณมหาศาลโดยผ่านน้ำร้อนเพื่อการสกัดน้ำชาออกจากใบชา ซึ่งทำให้ผู้ผลิตต้องเผชิญกับปัญหาในการกำจัดหรือทิ้งกากชาที่ผ่านการสกัด การใช้ประโยชน์จากกากชาดังกล่าวจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่ง [8] เนื่องจากในจังหวัดยะลาได้มีการบริโภคชาเป็นจำนวนมากและสามารถหาได้ง่าย นอกจากเป็นการประยุกต์ผลผลิตที่เหลือใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดแล้ว ยังเป็นการลดการใช้สารเคมีในการกำจัดสีย้อมอีกด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจการกำจัดสีย้อมโดยการใช้กากชาที่เหลือใช้เหล่านี้เพื่อเป็นการนำไปใช้ประโยชน์และและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูแหล่งน้ำใกล้บริเวณโรงงานสิ่งทอต่อไป

วิธีการ

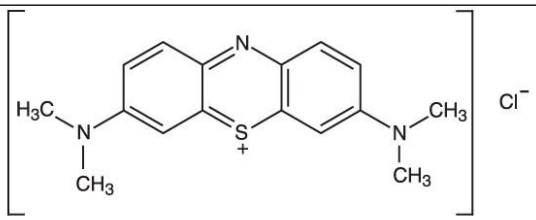
การเตรียมตัวดูดซับจากกากชา (ประยุกต์จากวิธีของ B.H. Hameed, 2009 [8])

นำกากชาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ต้มด้วยน้ำกลั่นอย่างน้อย 5 ครั้ง เพื่อให้กากชาสะอาดและไม่มีสีหลงเหลืออยู่ จากนั้นนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และเมื่อแห้งนำไปบดละเอียดเพื่อให้มีอนุภาคที่เล็กลงแล้วทำการร่อนให้ได้ขนาดอนุภาคประมาณ 0.5 – 1.0 มิลลิเมตร โดยเก็บไว้ในขวดที่มิดชิดและปราศจากความชื้น โดยห้ามปนเปื้อนการใช้สารเคมีหรือสารอื่นๆ ก่อนนำไปใช้งานต่อไป

ศึกษาความสามารถในการดูดซับสีย้อม ภายใต้สภาวะต่าง ๆ

ศึกษาค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสีย้อม

นำสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลู สแกนหาความยาวคลื่นแสงที่เหมาะสมในการดูดกลืนแสงสูงสุด โดยใช้น้ำกลั่นเป็น Blank ด้วยเครื่อง UV/Vis spectrophotometer (Jasco V-730)



$C_{16}H_{18}ClN_3S$ MW = 319.86

ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างทางเคมีของเมทิลีนบลู

ที่มา (https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/fda/fdaDrugXsl.cfm?setid=fde64824-2be5-4d85-8d57-5098ca6890bb)

ศึกษาปริมาณกากชาต่อการดูดซับสีย้อม

ศึกษาโดยการเพิ่มปริมาณกากชาที่แตกต่างกัน คือ 0.1 0.2 0.40 0.80 และ 1.60 กรัม ตามลำดับ โดยใช้ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร และในแต่ละขวดมีความเข้มข้นสีย้อมที่ความเข้มข้น 13 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้อง นำไปเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 2 3 และ 24 ชั่วโมง เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดแต่ละชั่วโมง นำไปวัดความเข้มข้นของสีย้อมทั้งก่อนและหลังการดูดซับด้วยเครื่อง UV-spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 667 นาโนเมตร

การคำนวณหา % การดูดซับสีย้อม

$$\% \text{ adsorption} = \frac{(C_0 - C_c)}{C_0} \text{x } 100$$

โดยที่ C_O คือค่าความเข้มข้นของสีเริ่มต้น

C_C คือค่าความเข้มข้นของสีที่เปลี่ยนไป

ศึกษาความสามารถในการดูดซับสีย้อมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ศึกษาโดยการเพิ่มความเข้มข้นสีย้อมที่แตกต่างกัน คือ 6.5 – 65 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร และในแต่ละขวดมีปริมาณกากชา 0.10 กรัม ที่อุณหภูมิห้อง นำไปเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 2 3 และ 24 ชั่วโมง เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดแต่ละชั่วโมง นำไปวัดความเข้มข้นของสีย้อมทั้งก่อนและหลังการดูดซับด้วยเครื่อง UV-spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 667 นาโนเมตร

ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการดูดซับ

ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสม โดยเตรียมกากชาปริมาณกากชา 0.10 กรัมในแต่ละขวด มีความเข้มข้นสีย้อมที่ความเข้มข้น 13 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 200 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเขย่าในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่แตกต่างกัน คือ 20-100 องศาเซลเซียส ความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 2 3 และ 24 ชั่วโมง เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดแต่ละชั่วโมง นำไปวัดความเข้มข้นของสีย้อมทั้งก่อนและหลังการดูดซับด้วยเครื่อง UV-spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 667 นาโนเมตร

ผลและอภิปรายผล

ผลการศึกษาค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสีย้อม

หลังจากนำสารละลายสีย้อมเมทิลีนบลูสแกนหาความยาวคลื่นแสงที่เหมาะสมในการดูดกลืนแสงสูงสุด โดยใช้น้ำกลั่นเป็น Blank ด้วยเครื่อง UV/Vis spectrophotometer (Jasco V-730) พบว่า ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสีย้อม เมทิลีนบลูคือ 667 nm

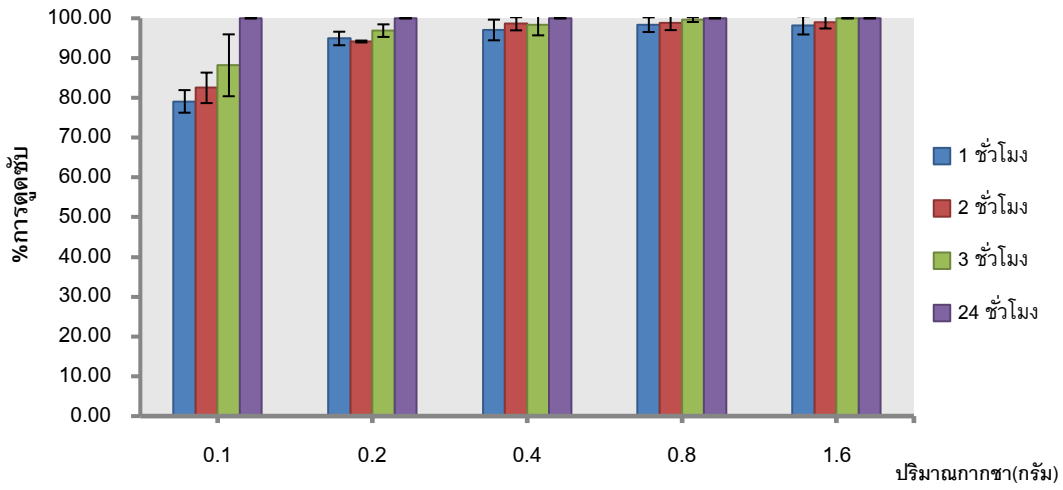
ผลการศึกษาปริมาณกากชาต่อการดูดซับสีย้อม

จากการศึกษาปริมาณกากชาที่แตกต่างกัน คือ 0.1 0.2 0.40 0.80 และ 1.60 กรัม ตามลำดับ โดยมีความเข้มข้นของสีเมทิลีนบลู 13 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาต่างๆ พบว่า กากชาปริมาณ 0.2 0.4 0.8 และ 1.6 กรัม มีความสามารถในการดูดซับสีเมทิลีนบลูได้ดีมาก และเมื่อเพิ่มเวลาในการดูดซับขึ้นเรื่อยๆ จนครบ 24 ชั่วโมง กากชาที่ปริมาณต่างๆ สามารถดูดซับสีย้อมได้ดีขึ้นเรื่อยๆจนเกือบ 100% ขณะที่ปริมาณกากชา 0.10 กรัม มีความสามารถในการดูดซับน้อยที่สุดแต่อยู่ในเกณฑ์ดี การเพิ่มปริมาณกากชามีผลทำให้ร้อยละการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากพื้นที่ผิวของตัวดูดซับมีมากขึ้นและบริเวณที่เกิดการดูดซับมีสูงขึ้น โดยพื้นที่ผิวจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของกากชา [9] ดังนั้น การเพิ่มปริมาณกากชาจึงมีผลทำให้ร้อยละการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูเพิ่มสูงขึ้นด้วย (ตารางที่ 1 ภาพที่ 2) โดยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกกากชาปริมาณ 0.10 กรัมเพื่อใช้ในการศึกษาถัดไป

ตารางที่ 1 แสดงความสามารถในการดูดซับสีย้อมของกากชาในปริมาณต่างๆ

ปริมาณกากชา (กรัม)	% adsorption			
	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
0.1	79.10±2.84	82.51±3.83	88.18±5.78	100
0.2	94.92±1.70	94.16±0.24	96.89±1.58	100
0.4	97.06±2.60	98.61±1.65	98.31±2.60	100
0.8	98.39±1.84	98.91±1.89	99.66±0.60	100
1.6	98.21±2.29	99.06±1.63	100	100

หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย 3 การทดลอง ± SD



ภาพที่ 2 แสดงความสามารถในการดูดซับสีย้อมของกากชาในปริมาณต่างๆ

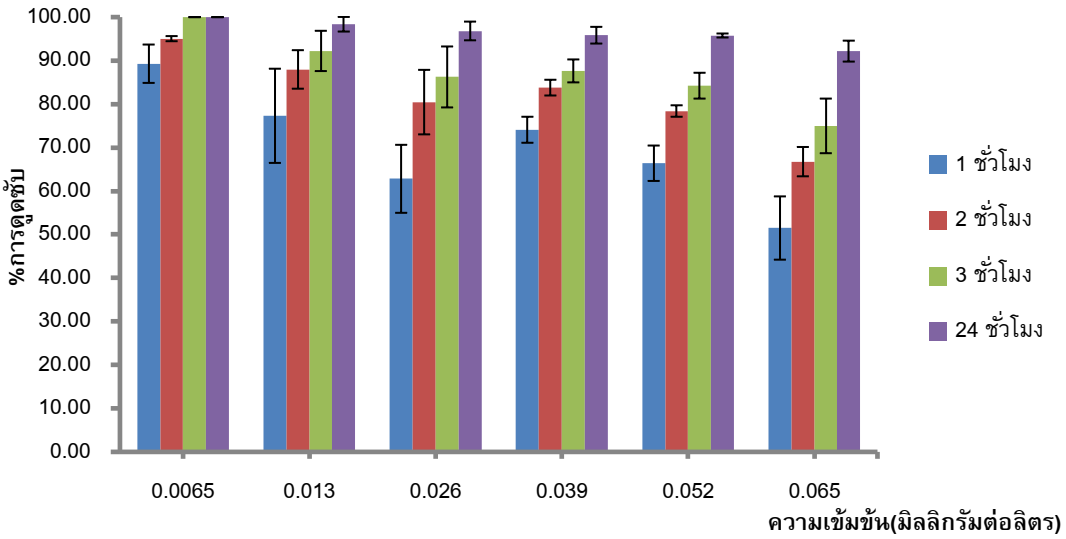
ผลการศึกษาความสามารถในการดูดซับสีย้อมที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

นำกากชาปริมาณ 0.10 กรัม บ่มกับสีย้อมที่มีความเข้มข้นต่างๆ คือ 0.0065 0.013 0.026 0.039 0.045 และ 0.065 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลา 1 2 3 และ 24 ชั่วโมง พบว่า ในการดูดซับสีย้อมที่ความเข้มข้น 0.0065 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลา 1 ชั่วโมง ความสามารถของกากชาในการดูดซับอยู่ในเกณฑ์ดี และดีที่สุดเมื่อเพิ่มเวลาในการดูดซับไปเรื่อยๆ จนครบ 24 ชั่วโมง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสีย้อมที่ 0.039 0.045 และ 0.065 มิลลิกรัมต่อลิตร ในชั่วโมงที่ 1 2 และ 3 ความสามารถในการดูดซับสีย้อมได้ระหว่าง 50-87 % (ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี) และเมื่อบ่มทิ้งไว้ครบ 24 ชั่วโมง ความสามารถในการดูดซับของกากชามากกว่า 92% (ตารางที่ 2 ภาพที่ 3) ในการเพิ่มความเข้มข้นของสีย้อมเมทิลีนบลู มีผลทำให้ความสามารถในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูลดน้อยลง เนื่องจาก การเพิ่มความเข้มข้นของสีย้อมเมทิลีนบลู เป็นผลทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสีย้อมเมทิลีนบลูในสารละลายกับบริเวณผิวของกากชาเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เกิดแรงขับดัน (Driving Force) ที่เพิ่มสูงขึ้น ความสามารถในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูของกากชาจึงลดน้อยลง

ตารางที่ 2 แสดงความสามารถของกากชาปริมาณ 0.8 กรัมในการดูดซับสีย้อมที่ความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นของสีย้อม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	% adsorption			
	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
0.0065	89.28±4.41	95.05±0.59	100	100
0.013	77.30±10.83	87.97±4.43	92.22±4.63	98.36±1.68
0.026	62.81±7.82	80.45±7.42	86.24±7.01	96.82±2.15
0.039	74.09±2.99	83.78±1.81	87.63±2.64	95.84±1.92
0.052	66.39±4.07	78.40±1.32	84.23±2.97	95.77±0.46
0.065	51.49±7.28	66.76±3.37	74.98±6.28	92.18±2.41

หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย 3 การทดลอง ± SD



ภาพที่ 3 แสดงความสามารถของกากชาปริมาณ 0.8 กรัมในการดูดซับสีย้อมที่ความเข้มข้นต่างๆ

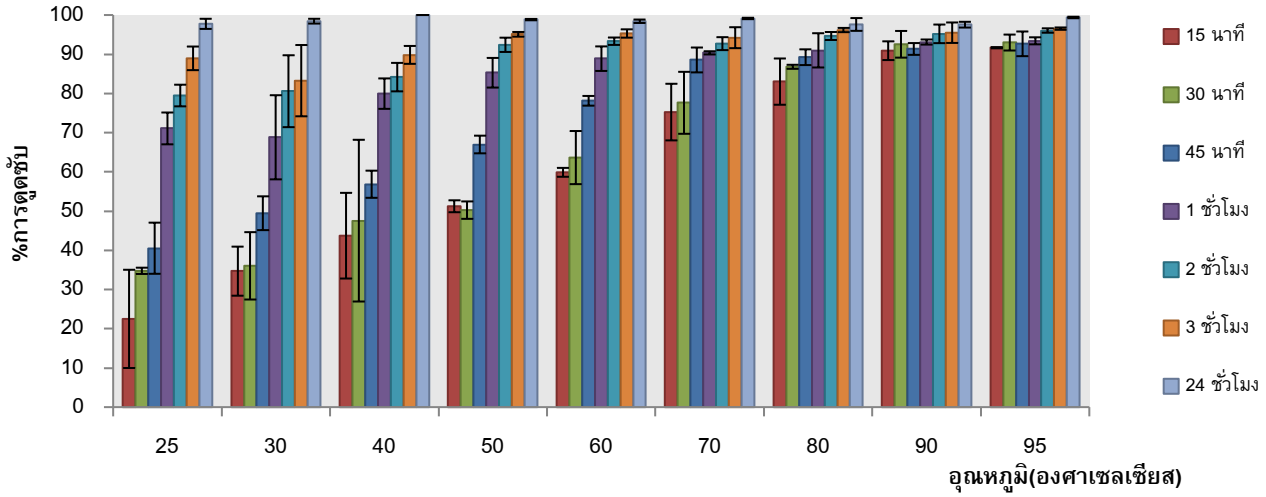
ผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการดูดซับ

นำกากชาปริมาณ 0.10 กรัม บ่มกับสีย้อมที่มีความเข้มข้น 0.013 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 25 30 40 50 60 70 80 90 และ 95 องศาเซลเซียส ที่เวลา 1 2 3 และ 24 ชั่วโมง พบว่า ที่เวลา 1 ชั่วโมง ความสามารถในการดูดซับกากชาเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิที่สูงขึ้น เนื่องจาก ความสามารถในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูเกิดขึ้นได้น้อยที่อุณหภูมิต่ำในชั่วโมงแรกๆ เนื่องจากพลังงานจลน์ของสีย้อมเมทิลีนบลูมีปริมาณน้อยจึงมีโอกาสน้อยและอาจจะต้องใช้เวลานาน สำหรับกากชาในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลู ในขณะที่การเพิ่มอุณหภูมิและระยะเวลา มีผลทำให้การเคลื่อนที่ของสีย้อมเมทิลีนบลูมากขึ้น ซึ่งทำให้พลังงานจลน์ของสีย้อมเมทิลีนบลูมีค่าสูงกว่าพลังงานศักย์ ดังนั้น จึงเกิดแรงดึงดูดที่ดีขึ้นระหว่างกากชากับสีย้อมเมทิลีนบลู [10] และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิที่เวลา 24 ชั่วโมง พบว่า ไม่มีความแตกต่างของสามารถในการดูดซับของกากชา ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 4

ตารางที่ 3 แสดงความสามารถของกากชาปริมาณ 0.8 กรัมในการดูดซับสีย้อมความเข้มข้น 13 มิลลิกรัมต่อลิตรที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	% adsorption						
	15 นาที	30 นาที	45 นาที	1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
25	22.51±12.53	34.77±0.80	40.53±6.52	71.08±4.06	79.47±2.76	88.95±3.01	97.75±1.29
30	34.68±6.25	36.04±8.59	49.45±4.31	68.82±10.73	80.57±9.17	83.26±9.09	98.43±0.61
40	43.73±10.95	47.56±20.62	56.84±3.46	79.95±3.88	84.16±3.63	89.83±2.28	100
50	51.23±1.52	50.24±2.22	66.98±2.25	85.28±3.78	92.40±1.82	95.08±0.60	98.83±0.17

60	59.88±1.13	63.65±6.77	78.12±1.24	88.87±3.13	93.32±0.94	95.29±1.06	98.41±0.44
70	75.25±7.22	77.61±7.90	88.54±3.17	90.35±0.41	92.70±1.65	94.22±2.67	99.12±0.18
80	83.01±5.89	86.79±0.52	89.24±2.01	90.99±4.37	94.65±1.02	96.17±0.54	97.59±1.63
90	90.90±2.39	92.53±3.40	91.35±1.51	93.11±0.65	95.20±2.37	95.49±2.61	97.54±0.73
95	91.66±0.15	92.98±2.03	92.65±3.15	93.42±0.90	96.05±0.56	96.53±0.3	99.37±0.19



ภาพที่ 4 แสดงความสามารถของกากชาปริมาณ 0.8 กรัมในการดูดซับสีย้อมความเข้มข้น 13 มิลลิกรัมต่อลิตรที่อุณหภูมิต่างๆ

สรุปผล

จากการนำกากชาที่เหลือใช้จากร้านน้ำชาบริเวณ อ.เมือง จ.ยะลา มาต้มทำความสะอาดเพื่อไม่ให้มีสีหลงเหลืออยู่ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำกากชาที่ได้มาบดให้ละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงเพื่อให้ได้ขนาดของอนุภาค 0.5-1.0 มิลลิเมตร จากนั้น ทดสอบความสามารถในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูที่มีความเข้มข้น 0.013 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้ปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่า กากชาปริมาณตั้งแต่ 0.2 ถึง 1.6 กรัม มีความสามารถในการดูดซับสีย้อมได้มากกว่า 94% เมื่อตั้งทิ้งไว้ที่ 1 ชั่วโมง และสามารถดูดซับสีย้อมได้ 100% เมื่อเวลาครบ 24 ชั่วโมง ผู้วิจัยเลือกกากชาปริมาณ 0.1 กรัมเพื่อนำไปทดสอบความสามารถในการดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.0065 ถึง 0.065 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรากฏว่า กากชาปริมาณ 0.1 กรัม สามารถดูดซับสีย้อม ความเข้ม 0.0065 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ 100% ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 เป็นต้นไป และความเข้มข้นที่มากที่สุดที่ทำการทดลองครั้งนี้ คือ 0.065 มิลลิกรัมต่อลิตร กากชาปริมาณ 0.1 กรัมสามารถดูดซับสีย้อมได้เพียงครึ่งหนึ่งในชั่วโมงแรก และสามารถดูดซับได้เพิ่มขึ้นเป็น 92.18±2.41% เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ ในการทดสอบความสามารถในการดูดซับของกากชาปริมาณ 0.1 กรัมต่อสีย้อมเมทิลีนบลูความเข้มข้น 0.013 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิต่างๆ ตั้งแต่ 25 ถึง 95 องศาเซลเซียส พบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความสามารถในการดูดซับเพิ่มขึ้นในเวลา 1 ชั่วโมง และเมื่อเวลาครบ 24 ชั่วโมง ความสามารถในการดูดซับสีย้อมของกากชามีค่าไม่แตกต่างกัน จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปริมาณกากชาเพียง 0.1 กรัมสามารถดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูได้สูง ดังนั้นในงานวิจัย

ถัดไป ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาถึงปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อการดูดซับของกากชา และศึกษาถึงขนาดและรูปร่างโมเลกุลของกากชาที่เหมาะสม เพื่อทำให้กากชามีประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมอื่นๆ ได้ดีที่สุดอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยงบบำรุงการศึกษาประจำปีงบประมาณ 2559 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลาและทุนอุดหนุนการวิจัยงบบำรุงการศึกษาประจำปีงบประมาณ 2559 คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

บรรณานุกรม

[1] P Rajaguru, K Kalaiselvi, M Palanivel and V Subburam. Biodegradation of azo dyes in a sequential anaerobic-aerobic system. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2000; **54**, 268-273.

[2] H Zoolinger. Color chemistry-syntheses, properties and applications of organic dyes and pigments. VCH, New York, 1987.

[3] U Pagga and D Brown. The degradation of dyestuffs Part II Behaviour of dyestuffs in aerobic biodegradation test. *Chemosphere*. 1986; **15**, 479-491.

[4] GM Shaul, TJ Holdsworth, CR Dempsey and KA Dostal. Fate of water soluble azo dyes in the activated sludge process. *Chemosphere*. 1991; **22**, 107-119.

[5] BY Chen. Understanding decolorization charac teristics of reactive azo dyes by *Pseudomonas luteola*: toxicity and kinetics. *Process Biochemistry*. 2002; **38**, 437-446.

[6] กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธุ์. มลพิษทางน้ำ. ครั้งที่ 3. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ, 2547.

[7] สราวุธ ศรีคุณ. การศึกษาการดูดซับสีย้อมและไอออนโลหะตะกั่วด้วยถ่านกัมมันต์ที่สังเคราะห์ จากเปลือกทุเรียน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.2550.

[8] BH Hameed. Spent tea leaves: A new non-conventional and low-cost adsorbent for removal of basic dye from aqueous solutions. *Journal of Hazardous Materials*. 2009; **161**, 753–759.

[9] D Ozer, G Dursun and A. Ozer. Methylene blue adsorption from aqueous solution by dehydrated peanut hull. *Journal of Hazardous Materials.* 2007; **144**, 171-179.

[10] รวินทร์ สุทธะนันท์ และ โกวิทย์ ปิยะมังคลา. จลนศาสตร์และเทอร์โมไดนามิกส์การดูดซับเมทิลีนบลูโดยใช้เปลือกถั่วลิสง. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ*. 2551; **4**, 751-763