

กมลชนก วงศ์สุขสิน : การดูดซับสีโสมโอโซฟลาโวนอยด์และสีสกัดจากแก่นฝาง (*Ceasalpinia sappan* Linn.) บนเส้นไหมและการบำบัดน้ำทิ้งจากการย้อมด้วยถ่านกัมมันต์ (ADSORPTION OF HOMOISOFLAVONOID AND EXTRACTED DYES FROM HEARTWOOD OF *CEASALPINIA SAPPAN* LINN. ON SILK FIBERS AND TREATMENT OF DYE EFFLUENT BY ACTIVATED CARBONS. อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.มาลี ตั้งสติกข์กุลชัย, 242 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาอันตรกิริยาระหว่างบราซิลีน (BE) สีสกัดจากแก่นฝางและโลหะไอออนบางชนิด ($M = \text{Al(III)}$ Ga(III) and In(III)) จากการทดลองพบว่าปริมาณสัมพัทธ์ของการเกิดสารเชิงซ้อนของโลหะไอออนและบราซิลีนเป็น 1:2 ซึ่งหาโดยวิธีโมลาร์และวิธีของจ็อบ นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโลหะไอออนและบราซิลีนด้วยเทคนิคอิเล็กโทรสเปกโตรสโคปี โดยเมื่อทำการเติมอะเซทิลเซอรินเมทิลเอสเทอร์ (Ser) ซึ่งเป็นตัวแทนขององค์ประกอบในเส้นไหมลงไปในการเกิดสารประกอบเชิงซ้อน M:BE พบว่า อัตราส่วนของ Ser:M:BE เป็น 1:1:1 อัตราส่วนโครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนทั้งหมดที่ได้จากการทดลองนี้พบว่า ข้อมูลค่าความร้อนของการเกิดสารเชิงซ้อนทางทฤษฎีโดยวิธีเซมิเอมพิริคัล PM3 สนับสนุนโครงสร้างดังกล่าว

การศึกษาดนพลศาสตร์และอุณหพลศาสตร์ของการดูดซับในการย้อมบราซิลีนและสีสกัดจากแก่นฝางบนเส้นไหม พบว่า ความสามารถในการดูดซับบราซิลีนบนเส้นไหมมีสภาวะที่เหมาะสมที่สุดคือ pH 4 อัตราส่วนของเส้นไหมต่อปริมาณของสารละลายสีย้อม 1:100 ใช้เวลา 120 นาที และความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายบราซิลีน 14 มิลลิกรัมต่อลิตร และยังพบว่าวิธีการใส่สารช่วยติดสีลงไปพร้อมกันก่อนย้อม (simultaneous mordanting) เป็นวิธีการย้อมที่เหมาะสมที่สุด การศึกษาดนพลศาสตร์พบว่า ก่อนเข้าสู่สมดุลของการดูดซับสีบนเส้นไหมเป็นกระบวนการที่ถูกควบคุมแบบจลนพลศาสตร์ (kinetically controlled process) และที่สมดุลสมการอัตราของการดูดซับบราซิลีนและสีสกัดจากแก่นฝางบนเส้นไหมที่ pH 4 จัดเป็นปฏิกิริยาอันดับสองเสมือน (pseudo second-order) โดยมีพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a) เท่ากับ 41.57 กิโลจูลต่อโมล ซึ่งชี้ได้ว่าเป็นกระบวนการดูดซับทางเคมี การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการดูดซับและพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทางอุณหพลศาสตร์ (พลังงานอิสระของกิบส์ (ΔG°) และค่าเอนทัลปี (ΔH°)) พบว่า การดูดซับบนเส้นไหมเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเองได้และเป็นกระบวนการคายความร้อน

นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ได้ทำการกำจัดสารเชิงซ้อนของบราซิลีน $[\text{Al(BE)}_2]^+$ ที่เหลือจากกระบวนการย้อมสีบนเส้นไหม โดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าวและไม่ยูคาลิปตัส

เป็นสารดูดซับสี ถ่านกัมมันต์ซึ่งมีโครงสร้างสมบัติรูพรุนที่แตกต่างกันได้มาจากการใช้วิธีการเตรียมและสารตั้งต้นที่แตกต่างกัน ส่วนถ่านกัมมันต์ซึ่งมีสมบัติเคมีพื้นผิวต่างกันได้มาจากการเพิ่มหมู่ฟังก์ชันที่เป็นออกซิเจนเข้าไป ในขณะที่วิธีการให้ความร้อนสามารถเลือกกำจัดหมู่ฟังก์ชันที่เป็นออกซิเจนบางหมู่ออกไปได้ จากการทดลองพบว่าการนำหมู่ฟังก์ชันที่เป็นออกซิเจนเข้าสู่พื้นผิวของถ่านกัมมันต์ได้มากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการดูดซับสีได้มากขึ้นด้วย โดยกระบวนการดูดซับเกิดจากอันตรกิริยาแบบไฟฟ้าสถิต ส่วนอีกกระบวนการหนึ่งเป็นการดูดซับที่เกิดจากแรงการกระจายแบบไพ – ไพ (π - π dispersion) ซึ่งเป็นกลไกหลักของการดูดซับสำหรับถ่านกัมมันต์ที่มีอัตราส่วนปริมาตรของรูพรุนขนาดกลางสูง ทำให้สามารถสรุปได้ว่าการกำจัดสีที่มีประจุบวกให้มีประสิทธิภาพสูงนั้น ถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดเล็กจะต้องทำการออกซิเดชันเพื่อเพิ่มหมู่ฟังก์ชันออกซิเจนบนพื้นผิวก่อนนำไปดูดซับสีข้อม ในขณะที่ถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดกลางหรือใหญ่จะสามารถใช้ดูดซับสีข้อมได้โดยตรง

สาขาวิชาเคมี

ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม _____

KAMONCHANOK WONGSOOKSIN : ADSORPTION OF
HOMOISOFLAVONOID AND EXTRACTED DYES FROM
HEARTWOOD OF *CEASALPINIA SAPPAN* LINN. ON SILK FIBERS
AND TREATMENT OF DYE EFFLUENT BY ACTIVATED CARBONS.
THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. MALEE TANGSATHITKULCHAI,
Ph.D. 242 PP.

ADSORPTION/KINETICS/THERMODYNAMICS/BRAZILEIN/ALUMINIUM/
GALLIUM/INDIUM/(S)-N-ACETHYL SERINE METHYL ESTER

The interactions of brazilein (BE) as well as extracted dye from *C. Sappan*. with some metal ions (M = Al(III), Ga(III), and In(III)) were investigated. The structure of all complexes formed had a stoichiometric ratio M:BE of 1:2 as identified from the molar method and Job's method. This stoichiometric ratio was further confirmed by ES-MS spectra. When (S)-N-acetyl serine methyl ester (Ser), as a silk serine residue mimic, was added to M:BE complex, a new complex with a stoichiometric ratio for Ser:M:BE of 1:1:1, was formed. The structures of all complexes were proposed and supported by the calculated heat of formation obtained by the semiempirical PM 3 method.

The best conditions for kinetic and thermodynamic studies on the adsorption of dye onto silk were found to be pH = 4, MLR = 1:100, contact time 120 min and initial dye concentration 14 mg/L. Simultaneous mordanting was found to be the most suitable method for dyeing. Kinetics studies showed that, before equilibrium, the adsorption was a kinetically controlled process. In addition, the pseudo second-order

kinetic model with an activation energy (E_a) of 41.57 kJ/mol indicated that the adsorption was controlled by a chemical process. The study into the effect of temperature on equilibrium adsorption and all thermodynamic parameters (ΔG° , ΔH°) revealed that the dye adsorption was a spontaneous and an exothermic process.

In an attempt to remove residual dye complex, $[\text{Al}(\text{BE})_2]^+$, left from the effluent after the dyeing process, coconut shell-based and Eucalyptus wood based-activated carbon were investigated as dye adsorbents. Activated carbons having different porous textures were obtained through preparation with different activation methods and by using different precursors. The change in surface chemistry was achieved with oxidation treatment to introduce surface oxygen functional groups, while heat treatment selectively removed some of the oxygen functional groups (carboxylic acid groups). It was found that a high content of oxygen functional group introduced on the activated carbon surface significantly enhanced the dye adsorption by electrostatic interaction. On the other hand, the π - π dispersive interaction was the main mechanism responsible for the highest increases of dye uptake on the activated carbon containing a high proportion of mesopore volume. It can be concluded that for achieving the highest efficiency of cationic dye removal, the micropore activated carbon requires an oxidative surface treatment, whereas the activated carbon with high mesoporosity can be directly used.

School of Chemistry

Academic Year 2008

Student's Signature_____

Advisor's Signature_____

Co-advisor's Signature_____