

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



190903



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสังเคราะห์อะลูมิเนียม ทองแดง สังกะสี แมกนีเซียม-นาโนคาร์บอน
คอมโพสิต เพื่อกักเก็บไฮโดรเจนด้วยวิธีไพโรไลซิส

**Synthesis of Al, Cu, Zn, Mg-nanocarbon composites for hydrogen
storage by pyrolysis method**

โดย

รศ.ดร. สัมฤทธิ์ ไม้พวง

ดร. อัญชลี สิริกุลขจร

ดร. สุลาวัลย์ ขาวผ่อง

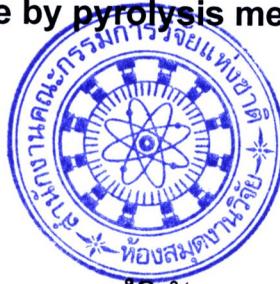
เมษายน 2555



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสังเคราะห์อะลูมิเนียม ทองแดง สังกะสี แมกนีเซียม-นาโนคาร์บอน
คอมโพสิต เพื่อกักเก็บไฮโดรเจนด้วยวิธีไพโรไลซิส

Synthesis of Al, Cu, Zn, Mg-nanocarbon composites for hydrogen
storage by pyrolysis method



คณะผู้วิจัย

รศ.ดร.สัมฤทธิ์ ไม้พวง

ดร.อัญชลี สิริกุลขจร

ดร.สุลาวัลย์ ขาวผ่อง

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดย สำนักบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษาและ

พัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ

สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยการสังเคราะห์อะลูมิเนียม ทองแดง สังกะสี แมกนีเซียม-นาโนคาร์บอน คอมโพสิต เพื่อ
กักเก็บไฮโดรเจนด้วยวิธีไพโรไลซิส (Synthesis of Al, Cu, Zn, Mg-nanocarbon composites for
hydrogen storage by pyrolysis method) ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักบริหารโครงการวิจัยใน
อุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยแห่งชาติ สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปี งบประมาณ
2554 เป็นจำนวนเงิน 210,100 บาท ประเภทการวิจัย การวิจัยพื้นฐาน สาขาวิชาการและกลุ่มวิชาที่ทำ
การวิจัย สาขาวิทยาศาสตร์เคมีและเภสัช ตั้งแต่ 1 พฤษภาคม 2554– 30 เมษายน 2555 รวมระยะเวลา 1
ปี ในการวิจัยนี้ได้รับความร่วมมือจากบุคลากรของคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัย
นเรศวร ในการตรวจวิเคราะห์ การใช้เครื่องมือ จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้
สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือในการทำวิจัย จนสิ้นสุด
โครงการ



(รศ.ดร.สัมฤทธิ์ ไม้พวง)

หัวหน้าโครงการ

เมษายน 2555

ในการวิจัยนี้ได้ทำการสังเคราะห์ ศึกษาสมบัติและการสะสมไฮโดรเจนของโลหะ-คาร์บอน หรือ ไยคาร์บอน คอมโพสิต โลหะ-คาร์บอนหรือโลหะไยคาร์บอนคอมโพสิตสังเคราะห์ได้จากเกลือโลหะของอะลูมิเนียม หรือทองแดง หรือสังกะสี หรือแมกนีเซียม ผสมกับเปลือกกล้วย หรือไย หนุ่นหรือใยสำลี โดยการไพโรไลซิสที่ 400 ถึง 700°C ผลิตภัณฑ์คอมโพสิตที่ได้ทำการวิเคราะห์โดย FTIR, XRD, SEM และ EDS และทำการศึกษาการสะสมไฮโดรเจน ผลการวิเคราะห์โดยทั่วไป พบว่า ความเป็นผลึกของโลหะ-คาร์บอน หรือโลหะ-ไยคาร์บอน คอมโพสิตทั้งหมดลดลง เมื่ออุณหภูมิไพโรไลซิสเพิ่มขึ้นจาก 400 ไป 700°C คอมโพสิตทุกชนิดมีแนวโน้มของผลผลิตร้อยละลดลงเมื่ออุณหภูมิไพโรไลซิสเพิ่มขึ้น ความแรงของการออกซิไดซ์ของเกลือโลหะมีลำดับดังนี้ $Al_2O_3 < ZnCl_2 < MgSO_4 \cdot 7H_2O < Cu(NO_3)_2$ ปริมาณของโลหะ-คาร์บอนคอมโพสิตบนผิวคาร์บอนหรือไยคาร์บอนมีลำดับดังนี้คือ Zn-คาร์บอน (หรือไยคาร์บอน) คอมโพสิต < Cu-คาร์บอน (หรือไยคาร์บอน) คอมโพสิต < Mg-คาร์บอน (หรือไยคาร์บอน) คอมโพสิต < Al-คาร์บอน (หรือไยคาร์บอน) คอมโพสิต สำหรับการทดลองการสะสมไฮโดรเจนพบว่า Cu-banana peel charcoal composites มีการสะสมไฮโดรเจนใกล้เคียงกับร้อยละ 6.5 โดยน้ำหนัก

Abstract**190903**

This research was conducted to characterize the properties of the metal–carbon composites or metal–carbon fiber composites for hydrogen storage. The metal–carbon composites or metal–carbon fibers composites were synthesized from the metal salt of Al or Cu or Zn or Mg and banana peel or kapok fiber or cotton fiber by pyrolysis at 400 to 700°C. The composites products were characterized by FTIR, XRD, SEM and EDS and storage by hydrogen. Generally, it was found that the crystalline of all metal-carbon composites have been reduced as the pyrolysis temperature increases from 400 to 700°C. The composites of all kind have a tendency of a decreasing percent yield with increasing temperature of pyrolysis from 400 to 700°C. The oxidizing strength of metal salts are arranged in order $\text{Al}_2\text{O}_3 < \text{ZnCl}_2 < \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} < \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. The amount of metal-carbon composite on surface of carbon or carbon fiber was ordered as follows: Zn-carbon (or carbon fiber) composite < Cu-carbon (or carbon fiber) composite < Mg-carbon (or carbon fiber) composite < Al-carbon (or carbon fiber) composite. For the hydrogen storage experiment, it was found that the hydrogen storage of Cu-banana peel charcoal composites are closed up to 6.5 wt%.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญเรื่อง	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	1
1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	6
3.1 อุปกรณ์ วัสดุคิบและสารเคมี	6
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล	6
3.2.1 การเตรียมวัสดุคิบ	6
3.2.2 การเตรียมคอมโพสิต	6
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	7
3.3.1 วิเคราะห์ตัวอย่าง	7
3.3.2 วิเคราะห์คอมโพสิต	7
3.3.3 การสะสมไฮโดรเจน	7
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	9
4.1 ผลการวิเคราะห์สารตัวอย่างเริ่มต้น	9
4.2 ผลผลิตร้อยละของคอมโพสิต	9
4.3 ผลการวิเคราะห์ด้วย FT-IR	11
4.3.1 Metals-banana peel charcoal composites	11

4.3.2 Metals-kapok carbonfiber composites	14
4.3.3 Metals-cotton carbonfiber composites	18
4.4 การวิเคราะห์ด้วย XRD	20
4.4.1 Metals-banana peel charcoal composites	20
4.4.2 Metals-kapok carbonfiber composites	23
4.4.3 Metals-cotton carbonfiber composites	25
4.5 การวิเคราะห์ด้วย SEM	28
4.5.1 Metals-banana peel charcoal composites	28
4.5.2 Metals-kapok carbonfiber composites	34
4.6 ผลการวิเคราะห์ด้วย EDS	49
4.6.1 EDS ของ Metals –cotton carbonfiber composites	49
4.7 ผลการสะสมไฮโดรเจน	52
บทที่ 5 สรุป	55
5.1 ผลการวิเคราะห์สารตัวอย่างเริ่มต้น	55
5.2 ผลผลิตร้อยละของคอม โพลีท	55
5.3 การวิเคราะห์ด้วย FT-IR	55
5.4 การวิเคราะห์ด้วย XRD	58
5.5 การวิเคราะห์ด้วย SEM	59
5.6 ผลการวิเคราะห์ด้วย EDS	61
5.7 ผลการสะสมไฮโดรเจน	61
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก	
ผลงานการตีพิมพ์	65
รายงานสรุปการเงิน	78
ประวัติคณะผู้วิจัย	79

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 4.1 องค์ประกอบโดยประมาณของวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตคอมโพสิต	9
ตาราง 4.2 ร้อยละผลผลิต metal-carbon composites โดยการไพโรไลซิสที่ 400 ถึง 700°C	10
ตาราง 4.3 การสะสมไฮโดรเจนของคอมโพสิตชนิดต่างๆ	53

สารบัญภาพ

	หน้า
รูป 3.1 ตู้ทดลองการสะสมไฮโดรเจน	8
รูป 4.1 สเปกตรัม FTIR ของ aluminium- banana peel charcoal composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (AB1), 500°C (AB2), 600°C (AB3), 700 °C (AB4)	11
รูป 4.2 สเปกตรัม FTIR ของ copper-banana peel charcoal composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (CB1), 500°C (CB2), 600°C (CB3), 700 °C (CB4)	12
รูป 4.3 สเปกตรัม FTIR ของ magnesium- banana peel charcoal composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (MB1), 500°C (MB2), 600°C (MB3), 700 °C (MB4)	13
รูป 4.4 สเปกตรัม FTIR ของ zinc- banana peel charcoal composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (ZB1), 500°C (ZB2), 600°C (ZB3), 700 °C (ZB4)	13
รูป 4.5 สเปกตรัม FTIR ของ aluminium- kapok carbonfiber composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (AN1), 500°C (AN2), 600°C (AN3), 700 °C (AN4)	15
รูป 4.6 สเปกตรัม FTIR ของ copper- kapok carbonfiber composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (CN1), 500°C (CN2), 600°C (CN3), 700 °C (CN4)	15
รูป 4.7 สเปกตรัม FTIR ของ magnesium- kapok carbonfiber composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (MN1), 500°C (MN2), 600°C (MN3), 700 °C (MN4)	16
รูป 4.8 สเปกตรัม FTIR ของ zinc- kapok carbonfiber composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (ZN1), 500°C (ZN2), 600°C (ZN3), 700 °C (ZN4)	17
รูป 4.9 สเปกตรัม FTIR ของ aluminium- cotton carbonfiber composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (AS1), 500°C (AS2), 600°C (AS3), 700 °C (AS4)	18
รูป 4.10 สเปกตรัม FTIR ของ copper- cotton carbonfiber composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (CS1), 500°C (CS2), 600°C (CS3), 700 °C (CS4)	19
รูป 4.11 สเปกตรัม FTIR ของ magnesium- cotton carbonfiber composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (MS1), 500°C (MS2), 600°C (MS3), 700 °C (MS4)	19
รูป 4.12 สเปกตรัม FTIR ของ zinc- cotton carbonfiber composite ไพโรไลซิสที่ 400°C (ZS1), 500°C (ZS2), 600°C (ZS3), 700 °C (ZS4)	20
รูป 4.13 สเปกตรัม XRD ของ aluminium- banana peel charcoal composites โดยการไพโรไลซิสที่ 400°C (AB1), 500°C (AB2), 600°C (AB3) และ 700°C (AB4)	21
รูป 4.14 สเปกตรัม XRD ของ copper- banana peel charcoal composites โดยการไพโรไลซิสที่ 400°C (CB1), 500°C (CB2), 600°C (CB3) และ 700°C (CB4)	21
รูป 4.15 สเปกตรัม XRD ของ magnesium-banana peel charcoal composites โดย	22

การไฟโรไลซิสที่ 400°C (MB1), 500°C (MB2), 600°C (MB3) และ 700°C (MB4)	
รูป 4.16 สเปกตรัม XRD ของ zinc- banana peel charcoal composites โดยการไฟโรไลซิสที่ 400°C (ZB1), 500°C (ZB2), 600°C (ZB3) และ 700°C (ZB4)	23
รูป 4.17 สเปกตรัม XRD ของ aluminium- kapok carbon fiber composites โดยการไฟโรไลซิสที่ 400°C (AN1), 500°C (AN2), 600°C (AN3) และ 700°C (AN4)	23
รูป 4.18 สเปกตรัม XRD ของ copper- kapok carbon fiber composites โดยการไฟโรไลซิสที่ 400°C (CN1), 500°C (CN2), 600°C (CN3) และ 700°C (CN4)	24
รูป 4.19 สเปกตรัม XRD ของ magnesium- kapok carbon fiber composites โดยการไฟโรไลซิสที่ 400°C (MN1), 500°C (MN2), 600°C (MN3) และ 700°C (MN4)	24
รูป 4.20 สเปกตรัม XRD ของ zinc- kapok carbon fiber composites โดยการไฟโรไลซิสที่ 400°C (ZN1), 500°C (ZN2), 600°C (ZN3) และ 700°C (ZN4)	25
รูป 4.21 สเปกตรัม XRD ของ aluminium- cotton carbon fiber composites โดยการไฟโรไลซิสที่ 400°C (AS1), 500°C (AS2), 600°C (AS3) และ 700°C (AS4)	26
รูป 4.22 สเปกตรัม XRD ของ copper- cotton carbon fiber composites โดยการไฟโรไลซิสที่ 400°C (CS1), 500°C (CS2), 600°C (CS3) และ 700°C (CS4)	26
รูป 4.23 สเปกตรัม XRD ของ magnesium- cotton carbon fiber composites โดยการไฟโรไลซิสที่ 400°C (MS1), 500°C (MS2), 600°C (MS3) และ 700°C (MS4)	27
รูป 4.24 สเปกตรัม XRD ของ zinc- cotton carbon fiber composites โดยการไฟโรไลซิสที่ 400°C (ZS1), 500°C (ZS2), 600°C (ZS3) และ 700°C (ZS4)	27
รูป 4.25 ภาพ SEM ของ aluminium- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 400 °C	28
รูป 4.26 ภาพ SEM ของ aluminium- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 500 °C	29
รูป 4.27 ภาพ SEM ของ aluminium- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 600 °C	29
รูป 4.28 ภาพ SEM ของ aluminium- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 700 °C	29
รูป 4.29 ภาพ SEM ของ copper- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 400 °C	30
รูป 4.30 ภาพ SEM ของ copper- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 500 °C	30
รูป 4.31 ภาพ SEM ของ copper- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 600 °C	30
รูป 4.32 ภาพ SEM ของ copper- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 700 °C	31
รูป 4.33 ภาพ SEM ของ magnesium- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 400 °C	31
รูป 4.34 ภาพ SEM ของ magnesium- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 500 °C	32
รูป 4.35 ภาพ SEM ของ magnesium- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 600 °C	32
รูป 4.36 ภาพ SEM ของ magnesium- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 700 °C	32
รูป 4.37 ภาพ SEM ของ zinc- banana peel charcoal composite ไฟโรไลซิสที่ 400 °C	33

รูป 4.70 ภาพ SEM ของ zinc- cotton carbonfiber composite ไพโรไลซิสที่ 500 °C	48
รูป 4.71 ภาพ SEM ของ zinc- cotton carbonfiber composite ไพโรไลซิสที่ 600 °C	49
รูป 4.72 ภาพ SEM ของ zinc- cotton carbonfiber composite ไพโรไลซิสที่ 700 °C	49
รูป 4.73 สเปกตรัม EDS ของ aluminum- cotton carbonfiber composite โดยการไพโรไลซิสที่ 400°C (74.08 wt% C, 24.71 wt% O และ 1.12 wt% Al)	50
รูป 4.74 สเปกตรัม EDS ของ aluminum-cotton carbonfiber composite โดยการไพโรไลซิสที่ 500°C (82.50 wt% C, 16.21 wt% O และ 1.29 wt% Al)	50
รูป 4.75 สเปกตรัม EDS ของ copper-cotton carbonfiber composite โดยการไพโรไลซิสที่ 400°C (38.60 wt% C, 20.40 wt% O และ 40.98 wt% Cu).	50
รูป 4.76 สเปกตรัม EDS ของ magnesium -cotton carbonfiber composite โดยการไพโรไลซิสที่ 400°C (38.50 wt% C, 44.86 wt% O และ 16.64 wt% Mg)	51
รูป 4.77 สเปกตรัม EDS ของ zinc – cotton carbonfiber composite โดยการไพโรไลซิสที่ 400°C (8.33 wt% C, 6.36 wt% O, 44.10 wt% Zn และ 41.17 wt% Cl).	51

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในการวิจัย

g = gram

Al = Aluminium

Cu = Copper

Mg = Magnesium

Zn = Zinc

B = banana peel carbon

N = kapok fibet

S = cotton fiber

FTIR = Fourier Transform Infrared Spectroscopy

TEM = Transmission Electron Microscope

SEM = Scanning Electron Microscope

XRD = X- Ray Diffraction

EDS = Energy Dispersive X-Ray Spectrometer