

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	6
วัตถุดิบ.....	6
สารเคมี.....	6
อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	6
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	7
4 ผลการวิจัย.....	10
ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR.....	10
ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD.....	26
ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM.....	41
ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS.....	52
การสะสมไฮโดรเจน.....	57
5 บทสรุป.....	60
สรุปผลการวิจัย.....	60
ข้อเสนอแนะ.....	61

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก.....	67
ประวัติผู้วิจัย.....	69

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงร้อยละโดยน้ำหนักของธาตุที่ตรวจพบด้วยเทคนิค EDS ของคอมโพสิตระหว่างเส้นลึสมกับเกล็ดของโลหะอะลูมิเนียมที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C.....	53
2 แสดงร้อยละโดยน้ำหนักของธาตุที่ตรวจพบด้วยเทคนิค EDS ของคอมโพสิตระหว่างเส้นลึสมกับเกล็ดของโลหะทองแดงที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C.....	54
3 แสดงร้อยละโดยน้ำหนักของธาตุที่ตรวจพบด้วยเทคนิค EDS ของคอมโพสิตระหว่างเส้นลึสมกับเกล็ดของโลหะแมกนีเซียมที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C.....	55
4 แสดงร้อยละโดยน้ำหนักของธาตุที่ตรวจพบด้วยเทคนิค EDS ของคอมโพสิตระหว่างเส้นลึสมกับเกล็ดของโลหะสังกะสีที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C.....	56
5 แสดงร้อยละโดยน้ำหนักของการสะสมไฮโดรเจนของนาโนคาร์บอนคอมโพสิตระหว่างใยุ่นกับเกล็ดของโลหะชนิดต่างๆ.....	58
6 แสดงร้อยละโดยน้ำหนักของการสะสมไฮโดรเจนของนาโนคาร์บอนคอมโพสิตระหว่างลึลกับเกล็ดของโลหะชนิดต่างๆ.....	58
7 แสดงร้อยละโดยน้ำหนักของการสะสมไฮโดรเจนของนาโนคาร์บอนคอมโพสิตระหว่างถ่านเปลือกกลั้วยกับเกล็ดของโลหะชนิดต่างๆ.....	59

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของถ่านเปลือกกล้วยที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (B1), 500 °C (B2), 600 °C (B3), 700 °C (B4).....	10
2 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกล็ดของโลหะอะลูมิเนียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (AB1), 500 °C (AB2), 600 °C (AB3), 700 °C (AB4).....	11
3 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกล็ดของโลหะทองแดงที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (CB1), 500 °C (CB2), 600 °C (CB3), 700 °C (CB4).....	12
4 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกล็ดของโลหะแมกนีเซียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (MB1), 500 °C (MB2), 600 °C (MB3), 700 °C (MB4).....	13
5 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกล็ดของโลหะสังกะสีที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (ZB1), 500 °C (ZB2), 600 °C (ZB3), 700 °C (ZB4).....	14
6 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของไยหนังที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400°C (N1), 500 °C (N2), 600 °C (N3), 700 °C (N4).....	15
7 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของไยหนังผสมกับเกล็ดของโลหะอะลูมิเนียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (AN1), 500 °C (AN2), 600 °C (AN3), 700 °C (AN4).....	16
8 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของไยหนังผสมกับเกล็ดของโลหะทองแดงที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (CN1), 500 °C (CN2), 600 °C (CN3), 700 °C (CN4).....	17
9 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของไยหนังผสมกับเกล็ดของโลหะแมกนีเซียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (MN1), 500 °C (MN2), 600 °C (MN3), 700 °C (MN4).....	18

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
10 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของโพลิเมอร์ผสมกับเกลือของโลหะสังกะสีที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (ZN1), 500 °C (ZN2), 600 °C (ZN3), 700 °C (ZN4).....	19
11 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของสารที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (S1), 500 °C (S2), 600 °C (S3), 700 °C (S4).....	21
12 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของสารที่ผสมกับเกลือของโลหะอะลูมิเนียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (AS1), 500 °C (AS2), 600 °C (AS3), 700 °C (AS4).....	22
13 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของสารที่ผสมกับเกลือของโลหะทองแดงที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (CS1), 500 °C (CS2), 600 °C (CS3), 700 °C (CS4).....	23
14 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของสารที่ผสมกับเกลือของโลหะแมกนีเซียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (MS1), 500 °C (MS2), 600 °C (MS3), 700 °C (MS4).....	24
15 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FT-IR ของสารที่ผสมกับเกลือของโลหะสังกะสีที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (ZS1), 500 °C (ZS2), 600 °C (ZS3), 700 °C (ZS4).....	25
16 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของถ่านเปลือกกล้วยที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (B1), 500 °C (B2), 600 °C (B3), 700 °C (B4).....	26
17 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกลือของโลหะอะลูมิเนียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (AB1), 500 °C (AB2), 600 °C (AB3), 700 °C (AB4).....	27
18 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกลือของโลหะทองแดงที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (CB1), 500 °C (CB2), 600 °C (CB3), 700 °C (CB4).....	28

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
19 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกล็ดของโลหะแมกนีเซียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (MB1), 500 °C (MB2), 600 °C (MB3), 700 °C (MB4).....	29
20 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกล็ดของโลหะสังกะสีที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (ZB1), 500 °C (ZB2), 600 °C (ZB3), 700 °C (ZB4).....	30
21 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของใยุ่นที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (N1), 500 °C (N2), 600 °C (N3), 700 °C (N4).....	31
22 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของใยุ่นผสมกับเกล็ดของโลหะอะลูมิเนียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (AN1), 500 °C (AN2), 600 °C (AN3), 700 °C (AN4).....	32
23 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของใยุ่นผสมกับเกล็ดของโลหะทองแดงที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (CN1), 500 °C (CN2), 600 °C (CN3), 700 °C (CN4).....	33
24 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของใยุ่นผสมกับเกล็ดของโลหะแมกนีเซียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (MN1), 500 °C (MN2), 600 °C (MN3), 700 °C (MN4).....	34
25 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของใยุ่นผสมกับเกล็ดของโลหะสังกะสีที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (ZN1), 500 °C (ZN2), 600 °C (ZN3), 700 °C (ZN4).....	35
26 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของลำลีที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (S1), 500 °C (S2), 600 °C (S3), 700 °C (S4).....	36
27 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของลำลีผสมกับเกล็ดของโลหะอะลูมิเนียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (AS1), 500 °C (AS2), 600 °C (AS3), 700 °C (AS4).....	37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
28 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของล่ำสืผสมกับเกลือของโลหะทองแดงที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (CS1), 500 °C (CS2), 600 °C (CS3), 700 °C (CS4).....	38
29 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของล่ำสืผสมกับเกลือของโลหะแมกนีเซียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (MS1), 500 °C (MS2), 600 °C (MS3), 700 °C (MS4).....	39
30 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD ของล่ำสืผสมกับเกลือของโลหะสังกะสีที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C (ZS1), 500 °C (ZS2), 600 °C (ZS3), 700 °C (ZS4).....	40
31 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกลือของโลหะอะลูมิเนียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	41
32 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกลือของโลหะทองแดงที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	42
33 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกลือของโลหะแมกนีเซียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	43
34 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของถ่านเปลือกกล้วยผสมกับเกลือของโลหะแมกนีเซียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	44
35 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของไยุ่นผสมกับเกลือของโลหะอะลูมิเนียมที่ทำการไพโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	45

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
36 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของใยุ่นผสมกับเกล็ดของโลหะทองแดง ที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	46
37 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของใยุ่นผสมกับเกล็ดของโลหะแมกนีเซียม ที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	47
38 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของใยุ่นผสมกับเกล็ดของโลหะสังกะสีที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	48
39 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของสำลีผสมกับเกล็ดของโลหะอะลูมิเนียม ที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	49
40 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของสำลีผสมกับเกล็ดของโลหะทองแดงที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	50
41 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของสำลีผสมกับเกล็ดของโลหะแมกนีเซียม ที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	51
42 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ของสำลีผสมกับเกล็ดของโลหะสังกะสีที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400-700 °C; 400 °C (a), 500 °C (b), 600 °C (c) และ 700 °C (d).....	52
43 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS ของสำลีผสมกับเกล็ดของโลหะอะลูมิเนียม ที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C.....	53
44 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS ของสำลีผสมกับเกล็ดของโลหะทองแดงที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C.....	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
45 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS ของสําสีผสมกับเกล็ดของโลหะแมกนีเซียม ที่ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C.....	55
46 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS ของสําสีผสมกับเกล็ดของโลหะสังกะสีที่ ทำการไฟโรไลซิสที่อุณหภูมิ 400 °C.....	56

อักษรย่อ

°C	=	องศาเซลเซียส
CVD	=	Chemical vapor deposition
XRD	=	X-ray diffraction
FT-IR	=	Fourier transform infrared spectroscopy
SEM	=	Scanning electron microscope
EDS	=	Energy Dispersive X-Ray Spectrometer