

สารบัญ

ของเฮมิเซลลูโลส	9
1.2.4.2 การตรวจหาหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญของเฮมิเซลลูโลสด้วย FT-IR	10
1.2.4.3 การวัดความเข้มข้นของเฮมิเซลลูโลส	11
1.2.4.4 การหาปริมาณโลหะหนักด้วย AAS	13
1.3 วัตถุประสงค์	14
บทที่ 2 การทดลอง	15

	หน้า
2.1.3 วัดถุดิบ	17
2.2 วิธีการทดลอง	17
2.2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณสารต่างๆ ในเปลือกและเนื้อมะละกอ	17
2.2.1.1 วิธีอบแห้งเปลือกและเนื้อมะละกอดิบ	18
2.2.1.2 วิธีหาปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl	18
2.2.1.3 วิเคราะห์หาปริมาณลิปิด	19
2.2.1.4 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณจี๊ด	19
2.2.1.5 วิธีวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัส	19
2.2.1.6 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณโพแทสเซียม	20
2.2.1.7 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักและแร่ธาตุบางชนิด	21
2.2.2 วิธีแยกเอมิเซลลูโลสจากเปลือกและเนื้อมะละกอธรรมชาติ	22
2.2.2.1 วิธีเตรียม alcohol-insoluble solid (AIS)	22
2.2.2.2 วิธีสกัดเอมิเซลลูโลสด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	24
2.2.3 วิธีหาน้ำตาลองค์ประกอบของเอมิเซลลูโลส	25
2.2.3.1 การสลายเอมิเซลลูโลสด้วยกรด	25
2.2.3.2 การวิเคราะห์น้ำตาลองค์ประกอบด้วย HPLC	25
2.2.3.3 วิธีวิเคราะห์กรดยูโรนิกโดย colorimetric method	26
2.2.4 วิธีวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันที่สำคัญของเอมิเซลลูโลสจากเปลือกและเนื้อมะละกอด้วย FT-IR	27
2.2.5 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของเอมิเซลลูโลส	27
2.2.6 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณจี๊ดของเอมิเซลลูโลส	28
2.2.7 วิธีวิเคราะห์หาความเข้มข้นของเอมิเซลลูโลส	28
บทที่ 3 ผลการทดลอง	29
3.1 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและสารต่างๆ ในเปลือกและเนื้อมะละกอ	29
3.1.1 น้ำหนักแห้งของเปลือกและเนื้อมะละกอ	29
3.1.2 ปริมาณโปรตีน	31
3.1.3 ปริมาณลิปิด	33
3.1.4 จี๊ด	33
3.1.5 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต	34

	หน้า
3.16 ปริมาณฟอสฟอรัส	34
3.1.7 ปริมาณโพแทสเซียม	35
3.1.8 ปริมาณโลหะหนักและแร่ธาตุบางชนิด	37
3.2 เฮมิเซลลูโลสจากเปลือกและเนื้อมะละกอ	39
3.2.1 ผลผลิตของเฮมิเซลลูโลส	40
3.2.2 ปริมาณความชื้นของเฮมิเซลลูโลส	42
3.2.3 จี๊ไถ้	42
3.2.4 ความเข้มข้น	45
3.2.5 ชนิดและปริมาณน้ำตาลองค์ประกอบ	46
3.2.6 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงหมู่ฟังก์ชันของเฮมิเซลลูโลสด้วย FT-IR	52
บทที่ 4 วิจัยและสรุปผลการทดลอง	56
4.1 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและสารต่างๆ ในเปลือกและเนื้อมะละกอ	56
4.2 เฮมิเซลลูโลสที่ได้จากเปลือกและเนื้อมะละกอ	57
4.3 สรุปผล	63
เอกสารอ้างอิง	64
ภาคผนวก	68
ประวัติผู้เขียน	71

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 คุณค่าทางโภชนาการของมะละกอและผลิตภัณฑ์	3
1.2 ชนิดและปริมาณเฮมิเซลลูโลสในพืชชนิดต่างๆ	7
1.3 ความเข้มข้นของสารละลายเบสที่ใช้ในการสกัดเฮมิเซลลูโลสจากพืชชนิดต่างๆ	9
1.4 ตำแหน่งของแบนด์ใน FT-IR สเปกตรัมที่แสดงหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญของเฮมิเซลลูโลส	12
3.1 ร้อยละน้ำหนักของเปลือกและเนื้อมะละกอแห้งที่ได้จากการอบที่ 55°C	30
3.2 ปริมาตรของ 0.1022 M NaOH ที่ใช้ในการไทเทรตหาปริมาณโปรตีนจากเปลือกและเนื้อมะละกอแห้งตัวอย่างละ 0.50 กรัม	32
3.3 ปริมาณลิปิดที่สกัดจากเปลือกและเนื้อมะละกอแห้ง 100 กรัม	33
3.4 ปริมาณร้อยละของจีเอ็มที่ได้จากการเผาไหม้เปลือกและเนื้อมะละกอแห้ง	33
3.5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ 400 นาโนเมตร ของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมฟอสเฟตโดยวิธี spectrophotometry	34
3.6 ความเข้มข้นของ P_2O_5 ในสารละลายที่ได้จากเปลือกและเนื้อมะละกอ 2 กรัม	35
3.7 ค่าความเข้มของเปลวไฟของสารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมคลอไรด์	36
3.8 ปริมาณโพแทสเซียมในเปลือกและเนื้อมะละกอแห้ง 2 กรัม	37
3.9 ปริมาณของโลหะหนักและแร่ธาตุบางชนิดในเปลือกและเนื้อมะละกอแห้ง 0.50 กรัม	39
3.10 น้ำหนักร้อยละของเปลือกและเนื้อมะละกอที่ได้จากการสกัดแยกสารที่ละลายเอธานอลออกไปจากน้ำหนักเริ่มต้น 50 กรัม	40
3.11 ปริมาณเฮมิเซลลูโลสที่สกัดได้จากเปลือกและเนื้อมะละกอแห้ง 50 กรัม	42
3.12 ร้อยละความชื้นในเฮมิเซลลูโลสชนิดต่างๆ จากเปลือกและเนื้อมะละกอ	44
3.13 น้ำหนักและปริมาณร้อยละของจีเอ็มที่ได้จากการเผาไหม้เฮมิเซลลูโลสชนิดต่างๆ จากเปลือกและเนื้อมะละกอ	45
3.14 ความขาวและความเข้มระดับสีของเฮมิเซลลูโลสที่ได้จากเปลือกและเนื้อมะละกอ	46
3.15 ร้อยละและปริมาณของน้ำตาลองค์ประกอบที่ได้จากการไฮโดรไลส์เฮมิเซลลูโลส 20 มก	50
3.16 ผลต่างของค่าดูดกลืนแสงที่ 400 และ 450 นาโนเมตร ที่ได้จากการใช้กรดคลอโรนิกมาตรฐานในการหาปริมาณกรดยูโรนิก	51

3.17 ผลต่างค่าดูดกลืนแสงที่ 400 และ 450 นาโนเมตร และปริมาณกรดยูโรนิกในเฮมิเซลลูโลส จากเปลือกและเนื้อมะละกอ	53
3.18 หมู่ฟังก์ชันของเฮมิเซลลูโลสชนิดต่างๆ ที่ได้จากเปลือกและเนื้อมะละกอโดยการวิเคราะห์ ด้วย FT-IR	54
4.1 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและสารต่างๆ ในเปลือกและเนื้อมะละกอแห้ง 100 กรัม	57
4.2 ผลผลิต ความชื้น จี๊ถั่ว และระดับความขาวของเฮมิเซลลูโลสจากเปลือกและเนื้อมะละกอ	59
4.3 ร้อยละของน้ำตาลและกรดยูโรนิกที่เป็นองค์ประกอบของเฮมิเซลลูโลสแต่ละชนิด	61
ผ.1 หมู่ฟังก์ชันของ IR สเปกตรัมที่ wave number ต่างๆ	68

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 โครงสร้างของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เป็นองค์ประกอบของเฮมิเซลลูโลส	4
1.2 โครงสร้างของเฮมิเซลลูโลสแต่ละชนิด ได้แก่ กลูคูโรโนไซเลน (ก) อะราบีโนกลูคูโรโนไซเลน (ข) กาเล็กโทกลูโคแมนแนน (ค) กลูโคแมนแนน (ง) และอะราบีโนกาเล็กแทน (จ)	6
1.3 FT-IR สเปกตรัมของเฮมิเซลลูโลสจากขานอ้อยที่สกัดด้วยน้ำร้อน (ก) และ 0.5 M NaOH (ข)	12
1.4 การวัดความเข้มสีระบบ CIELAB	13
2.1 แผนผังการสกัดเฮมิเซลลูโลสจากเปลือกและเนื้อมะละกอ	23
3.1 ลักษณะของเปลือกและเนื้อมะละกอแห้งที่ได้จากการอบที่ 55°C	30
3.2 กราฟมาตรฐานการหาปริมาณฟอสฟอรัสโดยวิธี spectrophotometry	35
3.3 กราฟมาตรฐานการหาปริมาณโพแทสเซียมโดยวิธี flame photometer	36
3.4 กราฟมาตรฐานของสารละลายโลหะหนักชนิดต่างๆ (ก) Cd (ข) Cu (ค) Mg (ง) Mn (จ) Pb และ (ฉ) Zn	38
3.5 แผนผังที่มาของเฮมิเซลลูโลสแต่ละชนิดจากเปลือกและเนื้อมะละกอ	41
3.6 เฮมิเซลลูโลสจากเปลือก [HC1(ป) (1), HC4(ป) (2)] และเนื้อมะละกอ [HC1(น) (3), HC4(น) (4)] ที่ไม่ผ่านการสกัดเพกติน (ก) และผ่านการสกัดเพกตินออก (ข)	43
3.7 ความเข้มสี (ขาว = □, เขียว-แดง = ■, น้ำเงิน-เหลือง = ■) ของเฮมิเซลลูโลสจากเปลือก 4 ตัวอย่าง [HC1(ป), HC4(ป), HC1(ปพ), HC4(ปพ)] และเนื้อมะละกอ 2 ตัวอย่าง [HC1(น), HC4(น)]	46
3.8 โครมาโทแกรมของเฮมิเซลลูโลสชนิดต่างๆ ที่ได้จากเปลือกและเนื้อมะละกอ ซึ่งได้ฟิสิกของ ไซโลส(I) อะราบีโนส (II) กลูโคส (III) กาเล็กโตส (IV) และแรมโนส (V)	47
3.9 ฟิสิกและเวลารีเทนชันของน้ำตาลมาตรฐาน ไซโลส (I) อะราบีโนส (II) แมนโนส (III) กลูโคส (IV) กาเล็กโตส (V) และแรมโนส (VI)	48
3.10 กราฟมาตรฐานระหว่างพื้นที่ใต้ฟิสิกและปริมาณของน้ำตาลชนิดต่างๆ ได้แก่	

	หน้า
กาแล็กโตส (ก) กลูโคส(ข) ไซโลส (ค) แมนโนส (ง) แรมโนส (จ) และ อะราบินโนส (ฉ)	49
3.11 ร้อยละของน้ำตาล xylose (■), arabinose (■), glucose (□), galactose (■) และ rhamnose (■) ที่เป็นองค์ประกอบของเฮมิเซลลูโลสชนิดต่างๆ จากเปลือก และเนื้อมะละกอ	51
3.12 กราฟมาตรฐานของการหาปริมาณกรดยูโรนิกด้วยวิธี colrimetry	52
3.13 FT-IR spectra ของเฮมิเซลลูโลสชนิดต่างๆ จากเปลือก (ก) และเนื้อมะละกอ (ข)	55

อักษรย่อ

ป	เปลือกมะละกอ
ปพ	เปลือกมะละกอที่ฟอกสีและสกัดเพกตินออก
น	เนื้อมะละกอ
นพ	เนื้อมะละกอที่สกัดเพกตินออก
มก	มิลลิกรัม
มล	มิลลิลิตร
AIS	Alcohol Insoluble Solid
A ₄₀₀	Absorbance at 400 nanometers
A ₄₅₀	Absorbance at 450 nanometers
°C	Degree Celsius
Cd	Cadmium
Cu	Copper
HC1	เฮมิเซลลูโลสสกัดด้วย 1 M KOH
HC4	เฮมิเซลลูโลสสกัดด้วย 4 M KOH
M	Molar
Mg	Magnesium
Mn	Manganese
Pb	Lead
w/v	weight / volume
Zn	Zinc