สารบัญภาพ

	หน้า
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	**3**
ภาพที่ 2.1 ธูปฤาษี	3
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างเซลลูโลส	6
ภาพที่ 2.3 ปฏิกิริยาการแยกสกัดเซลลูโลส	9
บทที่ 4 ผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง	24
ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างธูปฤาษีที่ผ่านการฟอกสี	32
ภาพที่ 4.2 X-ray diffraction analysis เซลลูโลสของต้นธูปฤาษี	33
ภาคผนวก	**45**
ภาพที่ 6.1 ตัวอย่างธูปฤาษีที่ผ่านการปั่นและการร่อน	46
ภาพที่ 6.2 การนำตัวอย่างธูปฤาษีชั่งน้ำหนักทั้งหมด	46
ภาพที่ 6.3 การแบ่งตัวอย่างธูปฤาษีมา และเติมเอทานอล 95% (v/v) นำไปอุ่นใน Water bath 24 ชั่วโมง	47
ภาพที่ 6.4 การนำตัวอย่างธูปฤาษีไปอุ่นใน Water bath 24 ชั่วโมง	47
ภาพที่ 6.5 ล้างเอทานอล 95% (v/v) โดยใช้เครื่อง Suction จนสะอาด pH = 7	48
ภาพที่ 6.6 การเติมสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ + สารละลายกรดอะซิตริก ในอัตราส่วน 1:1 ตั้งทิ้งไว้ คนและสังเกตสีของตัวอย่างธูปฤาษี ถ้าเปลี่ยนเป็นสีขาวนำไปล้างทันที	48
ภาพที่ 6.7 การล้างสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ + สารละลายกรดอะซิตริก จนสะอาด pH = 7	49
ภาพที่ 6.8 การนำตัวอย่างธูปฤาษีใส่ถ้วยกระเบื้อง และเข้าตู้อบ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง	49
ภาพที่ 6.9 การนำตัวอย่างธูปฤาษีที่อบมาชั่งน้ำหนัก	50
ภาพที่ 6.10 การชั่งตัวอย่างธูปฤาษี อย่างละ 1 กรัม ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ใส่ในคูซิเบิลเผา	50
ภาพที่ 6.11 การเผาตัวอย่างธูปฤาษีด้วย hot plate จนหมดควัน	51
ภาพที่ 6.12 การนำตัวอย่างธูปฤาษีเข้าเตาเผา ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง	51
ภาพที่ 6.13 การนำตัวอย่างธูปฤาษีหลังเผาเข้าโถดูดความชื้น เพื่อทิ้งไว้ให้เย็น	52
ภาพที่ 6.14 การนำตัวอย่างธูปฤาษีที่ได้มาชั่งน้ำหนักหลังเผา	52
ภาพที่ 6.15 ตัวอย่างธูปฤาษีส่วนขี้เถ้าที่เผาแล้ว	53
ภาพที่ 6.16 การชั่งน้ำหนักตัวอย่างธูปฤาษีอย่างละ 8 กรัม	53
ภาพที่ 6.17 การอบตัวอย่างธูปฤาษีที่ 60 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมง	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

ภาคผนวก (ต่อ)

ภาพที่ 6.18 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลายเป็นเอทานอล : เบนซีน ในอัตราส่วน 64:137 ระยะเวลา 6 ชั่วโมง 54

ภาพที่ 6.19 การล้างตัวอย่างธูปฤาษีด้วย เอทานอล 100 มิลลิลิตรผ่านเครื่องกรองระบบสุญญากาศ 55

ภาพที่ 6.20 การนำสารละลายแต่ละชนิดไปกลั่นระเหยเอาตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary Evaporator) 55

ภาพที่ 6.21 การนำตัวอย่างธูปฤาษีเข้าอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมง 56

ภาพที่ 6.22 การล้างสารที่ได้ด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตรผ่านเครื่องกรองระบบสุญญากาศ 56

ภาพที่ 6.23 การกรองผ่านเครื่องกรองระบบสุญญากาศและล้างสารที่ได้ด้วยน้ำร้อน 500 มิลลิลิตร 57

ภาพที่ 6.24 การทำให้แห้งด้วยอากาศ และชั่งน้ำหนักสารที่ได้ 57

ภาพที่ 6.25 การชั่งตัวอย่างธูปฤาษี 0.7 ± 0.5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขวด 250 มิลลิลิตร 58

ภาพที่ 6.26 การเติมกรดแอซิติกเข้มข้น 0.6% (w/v) 10 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียม เข้มข้น 0.02% (w/v) 10 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 20% (w/v) 1 มิลลิลิตร 58

ภาพที่ 6.27 การนำตัวอย่างธูปฤาษีอุ่นใน water bath อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสทุกๆ 1 ชั่วโมงให้เติมสารละลาย สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ อีก 1 มิลลิลิตร รวม 4 ชั่วโมง 59

ภาพที่ 6.28 การนำขวดรูปชมพู่ออกมาวางในอ่างน้ำแข็งจนสารละลายอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส 59

ภาพที่ 6.29 การวาง sinterglass crucible ลงใน dish ที่มีน้ำสูง 1 เซนติเมตร เติม สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 17.5% (w/v) หรือ 5.21 นอร์มอล 3 มิลลิลิตร คนด้วยแท่งแก้ว นาน 5 นาที 60

ภาพที่ 6.30 การเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 17.5% (w/v) หรือ 5.21 นอร์มอล ทิ้งไว้ 35 นาที 60

ภาพที่ 6.31 การเทสารละลายใส่บีกเกอร์ 1000 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่น 560 มิลลิลิตร 61

ภาพที่ 6.32 การต้มตัวอย่างธูปฤาษีให้เดือดนาน 4 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง 61

ภาพที่ 6.33 การชั่งน้ำหนักถ้วย + ตัวอย่างธูปฤาษี 1.00 กรัม 62

สารบัญภาพ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

ภาคผนวก (ต่อ)

ภาพที่ 6.34 การชั่งตัวอย่างธูปฤาษี 0.5 ± 0.1 กรัม เติมสารเร่งปฏิกิริยา 5 กรัม + กรดซัลฟิวริก 15 มิลลิลิตร + สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 36% (v/v) 1 มิลลิลิตร 62

ภาพที่ 6.35 การนำตัวอย่างธูปฤาษีเข้าเครื่องย่อย 63

ภาพที่ 6.36 การย่อยจนสารละลายมีสีใสและไม่มีตะกอน 63

ภาพที่ 6.37 การตั้งตัวอย่างธูปฤาษีทิ้งไว้ให้เย็น และเทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร 64

ภาพที่ 6.38 การแช่ตัวอย่างธูปฤาษีในอ่างน้ำจนสารละลายเย็น 64

ภาพที่ 6.39 สารตัวอย่างที่มีการปรับปริมาตรให้ถึง 100 มิลลิลิตร 65

ภาพที่ 6.40 การใส่หลอดตัวอย่างธูปฤาษีที่ผ่านการย่อยเข้ากับเครื่องกลั่น + กรดบอริกความเข้มข้น 4% (v/v) ปริมาณ 25 - 30 มิลลิลิตร (หลอดแรกเป็นน้ำกลั่น และเรียงไปเรื่อยๆจนครบ 6 หลอด) 65

ภาพที่ 6.41 สารละลายตัวอย่างที่ได้จากการกลั่นจะเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีเขียว 66

ภาพที่ 6.42 การไทเทรตหาไนโตรเจนด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 66

ภาพที่ 6.43 สารละลายที่ได้หลังการไทเทรตจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู 67

ภาพที่ 6.44 การอบตัวอย่างธูปฤาษีที่ 105 องศาเซลเซียสนาน 3 ชั่วโมง 67

ภาพที่ 6.45 การชั่งตัวอย่างธูปฤาษี 1.00 กรัม ใส่กระดาษกรอง 68

ภาพที่ 6.46 การนำ thimble ที่มีตัวอย่างธูปฤาษีประกอบในเครื่อง B-811 68

ภาพที่ 6.47 การตั้งค่าระบบเครื่อง B-811 69

ภาพที่ 6.48 ไขมันที่ได้จากการสกัดตัวอย่างธูปฤาษี 69

ภาพที่ 6.49 กากจากการสกัดไขมันตัวอย่างธูปฤาษี 70

ภาพที่ 6.50 การชั่งน้ำหนักตัวอย่างธูปฤาษี 70

ภาพที่ 6.51 การนำตัวอย่างธูปฤาษีเข้าเครื่องสกัดเยื่อใย 71

ภาพที่ 6.52 การอบตัวอย่างหลังการสกัดเยื่อใยหยาบที่ 105 องศาเซลเซียส 16 -18 ชั่วโมง 71

ภาพที่ 6.53 การชั่งน้ำหนัก crucible + ตัวอย่างธูปฤาษี หลังอบ 72

ภาพที่ 6.54 การเผาตัวอย่างธูปฤาษีที่เตาเผา 550 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง 72

ภาพที่ 6.55 การชั่งน้ำหนัก crucible + ตัวอย่างธูปฤาษีหลังเผา 73

ภาพที่ 6.56 การต้มน้ำจนเดือด 73

ภาพที่ 6.57 การเติมผงเต้าฮวย คนจนละลายหมด 74

ภาพที่ 6.58 การเติมเซลลูโลสที่ได้จากการสกัดธูปฤาษีในเต้าฮวย 74

ภาพที่ 6.59 การคนจนเซลลูโลสและผงเต้าฮวยละลายเข้ากัน 75

ภาพที่ 6.60 การตั้งเต้าฮวยทิ้งไว้ให้เย็น แล้วตักใส่ภาชนะบรรจุ นำไปแช่ในตู้เย็น 75

สารบัญภาพ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

ภาคผนวก (ต่อ)

ภาพที่ 6.61 การหั่นเงาะเป็นชิ้นพอประมาณเพื่อใส่ในเต้าฮวย 76
ภาพที่ 6.62 การย่อยตัวอย่างธูปฤาษีจนสารละลายมีใสและไม่มีตะกอน 76
ภาพที่ 6.63 การต้มนมข้นหวาน นมข้นจืด และนมจืดสด คนจนเข้ากันดี 77
ภาพที่ 6.64 การเติมน้ำนมสำหรับราดใส่เต้าฮวยที่เตรียมไว้ 77
ภาพที่ 6.65 กราฟมาตรฐานเซลลูโลส (Ahmed and Jong) 78

สารบัญตาราง

เรื่อง	**หน้า**
บทที่ 4 ผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง	24
ตารางที่ 4.1.1 ปริมาณร้อยละของความชื้นในตัวอย่างธูปฤาษี	24
ตารางที่ 4.1.2 ปริมาณร้อยละของปริมาณเถ้าในตัวอย่างธูปฤาษี	25
ตารางที่ 4.1.3 ปริมาณร้อยละของปริมาณโปรตีนในตัวอย่างธูปฤาษี	26
ตารางที่ 4.1.4 ปริมาณร้อยละของไขมันในตัวอย่างธูปฤาษี	26
ตารางที่ 4.1.5 ปริมาณร้อยละของเยื่อใยในตัวอย่างธูปฤาษี	27
ตารางที่ 4.1.6 ปริมาณร้อยละของคาร์โบรไฮเดรตในตัวอย่างธูปฤาษี	28
ตารางที่ 4.1.7 ปริมาณร้อยละของปริมาณสารอินทรีย์ในตัวอย่างธูปฤาษี	29
ตารางที่ 4.1.8 ปริมาณร้อยละของเฮมิเซลลูโลสในตัวอย่างธูปฤาษี	29
ตารางที่ 4.1.9 ปริมาณร้อยละของ α-เซลลูโลสในตัวอย่างธูปฤาษี	30
ตารางที่ 4.1.10 ปริมาณร้อยละของลิกนินในตัวอย่างธูปฤาษี	31
ตารางที่ 4.2.1 ปริมาณเป็นร้อยละของเซลลูโลสที่สกัดจากธูปฤาษีส่วนต่างๆ	32
ตารางที่ 4.4.1 ความพึงพอใจในระดับต่างๆ ด้านรสชาติของเต้าฮวยนมสดที่เติมเซลลูโลสส่วนต่างๆ ของธูปฤาษีปริมาณที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับเต้าฮวยที่ไม่เติมเซลลูโลส	34
ตารางที่ 4.4.2 ความพึงพอใจในระดับต่างๆ ด้านเนื้อสัมผัสเส้นใยของเต้าฮวยนมสดที่เติมเซลลูโลสส่วนต่างๆ ของธูปฤาษีปริมาณที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับเต้าฮวยนมสดที่ไม่เติมเซลลูโลส	36
ภาคผนวก	
ตารางที่ 6.1 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาการแปรรูปเซลลูโลส	79
ตารางที่ 6.2 ความพึงพอใจของผู้บริโภคเต้าฮวยนมสดจากการแปรรูปเซลลูโลส	81
ตารางที่ 6.3 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) จากความพึงพอใจของผู้บริโภคเต้าฮวยนมสดทางด้านรสชาติ	84
ตารางที่ 6.4 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) จากความพึงพอใจของผู้บริโภคเต้าฮวยนมสดทางด้านเนื้อสัมผัส	85