

ชื่อเรื่อง ประสิทธิภาพของสารดูดซับความชื้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ผู้ศึกษา นางสาวนาวัน ยูโษะ
 นางสาวสาพิเษะ กุนิง

ปีการศึกษา 2554

บทคัดย่อ

สารดูดซับความชื้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มีความสำคัญในการนำมาใช้แทนสารดูดซับความชื้นที่สังเคราะห์ขึ้นจากห้องปฏิบัติการ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาหาประสิทธิภาพของสารดูดซับความชื้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ กาบมะพร้าว ชังข้าวโพด และชานอ้อย กับซิลิกาเจล จากการทดลอง พบว่า กาบมะพร้าว ชังข้าวโพด และชานอ้อย ความชื้นเริ่มต้น 3.8, 7.4 และ 4.2 % d.b. สามารถดูดซับความชื้นได้ 24, 32 และ 24 % ตามลำดับ เทียบกับซิลิกาเจล ดังนั้น ชังข้าวโพดจึงมีประสิทธิภาพการดูดซับความชื้นได้ดีกว่าก้ามะพร้าวและชานอ้อย

คำสำคัญ : การดูดซับความชื้น วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ตัวดูดซับ

Title Efficiency of absorbent from agricultural residue

Author Miss Nawan Yusoh

Miss Sapeeyoh Kuning

Academic Year 2011

Abstract

Absorbent materials from agricultural waste are important material used to absorb moisture content, for use replacement of absorber are analyze from the laboratory. This research to studies the effectiveness of the moisture absorbent material from agricultural waste such as coconut husk, corn cob and bagasse by comparing with silicagel. The results showed that coconut husk, corn cob and bagasse are moisture content of 3.8, 7.4 and 4.2% d.b. had moisture absorbsion of 24, 32 and 24% respectively, went compared with silicagel. The corn cob more efficiency of absorbent then coconut husk and bagasse.

Keywords : Absorb moisture, agricultural residue, adsorbent

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากอาจารย์ อีลีหัยะ สนิโซ อาจารย์อ่ำปีดิน คะแซสาเมะ และอาจารย์คาริกา จาเอะ ที่ได้สละเวลาและให้คำปรึกษา ช่วยเหลือสนับสนุนในทุกๆ เรื่องในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา ที่ให้การช่วยเหลือสนับสนุนในเรื่องของทุนตลอดจนเพื่อนๆ ที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ นายสุเช็ง ชายคานา นักวิทยาศาสตร์สาขาฟิสิกส์ ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและใช้อาคารสถานที่สำหรับการทดลอง

คณะผู้จัดทำ

กุมภาพันธ์ 2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(5)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	12
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	12
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	12
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	15
บทที่ 4 ผลการวิจัย	17
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	22
5.1 สรุปผลการทดลอง	22
5.2 อภิปรายผล	22
5.3 ข้อเสนอแนะ	23
บรรณานุกรม	24
ภาคผนวก ก	27
ภาคผนวก ข	35

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ความชื้นของซีเมนต์ตามมาตรฐาน JIS	15

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 3.1 กาบมะพร้าว ชั่งข้าวโพด และขานอ้อย	12
ภาพที่ 3.2 วัสดุดูดซับที่บรรจุในตะแกรง	13
ภาพที่ 3.3 ขวดโหลที่บรรจุวัสดุดูดซับพร้อมน้ำ	14
ภาพที่ 3.4 การชั่งน้ำหนักวัสดุดูดซับและน้ำ	14
ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักกาบมะพร้าวและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลา ต่างๆ	17
ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักชั่งข้าวโพดและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลา ต่างๆ	18
ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักขานอ้อยและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลาต่างๆ	19
ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักชิลิกาและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลาต่างๆ	20
ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักวัสดุดูดซับและน้ำระหว่างการทดลองใน ช่วงเวลาต่างๆ	21

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น มีอุณหภูมิและความชื้นในอากาศสูง สร้างปัญหาหลายด้าน เช่น คุณภาพอากาศภายในอาคารเรียน บ้านเรือน เป็นต้น วิธีลดความชื้นที่นิยมใช้คือเครื่องปรับอากาศ และสารเคมี ซึ่งการใช้เครื่องปรับอากาศนั้นต้องใช้พลังงานสูงถึง 608 kcal/kg ณ อุณหภูมิอากาศ 25 °C (Boonyatikarn, 1999) และในทางกลับกันถ้าใช้สารเคมีเป็นตัวดูดซับความชื้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศจีน เพราะสารเคมีที่ผลิตได้ในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้งาน ซึ่งมีต้นทุนในการนำเข้าสูงและยังเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นกระบวนการดูดซับความชื้นด้วยวัสดุธรรมชาติที่เลือกใช้ทางการเกษตรจึงมีความสำคัญในการใช้แทนสารดูดซับความชื้นเพื่อประหยัดพลังงาน

ปัจจุบันประเทศไทยมีเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น กาบมะพร้าว ชานอ้อย ชังข้าวโพด แกลบ ทางใบสาเก จี้เลื่อย เปลือกสับปะรด และเปลือกทุเรียน เป็นต้น ถูกทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ตามสถานที่ต่างๆ เช่น โรงงาน โรงสี ชุมชน และท้องถิ่นที่อาศัยอยู่ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเหล่านี้ล้วนมีความสำคัญและจำเป็นต่อการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การปรับอากาศ การลดความชื้นข้าวเปลือก เป็นต้น อย่างไรก็ตาม วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพในการดูดซับความชื้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของวัสดุนั้นๆ

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกศึกษาประสิทธิภาพของสารดูดซับความชื้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรซึ่งเป็นวัสดุที่หาง่ายตามท้องถิ่นมาใช้แทนสารเคมี อีกทั้งเป็นการประหยัดพลังงานและเพื่อความปลอดภัยต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการดูดซับความชื้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับความชื้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรกับ

ซีลีกาเจล

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร : วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

กลุ่มตัวอย่าง : กาบมะพร้าว ชังข้าวโพด และชานอ้อย

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น : ปริมาณน้ำในขบวนการดูดซับ ความชื้นของสารดูดซับ

ตัวแปรตาม : ปริมาณน้ำในสารดูดซับ ความชื้นของสารดูดซับที่เพิ่มขึ้น

ตัวแปรควบคุม : เวลา ปริมาตรของขบวนการดูดซับ ปริมาตรของสารดูดซับ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบประสิทธิภาพของสารดูดซับความชื้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

2. ได้ทราบอัตราการดูดซับความชื้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การดูดซับ คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นด้วยแรงระหว่างโมเลกุลของสารถูกดูดซับกับผิวของตัวดูดซับ

2. ความชื้น คือ เป็นตัวบอกปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุชิ้นหรือแห้ง

3. การอบแห้ง คือ กระบวนการลดความชื้นซึ่งส่วนใหญ่ใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่ชื้น เพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย

4. กาบมะพร้าว คือ ส่วนที่เป็นขุยของมะพร้าวซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า

5. ชังข้าวโพด คือ ได้จากการสีข้าวโพดเพื่อนำเมล็ดมาใช้งาน

6. ชานอ้อย คือ เป็นขุย ได้จากการผลิตน้ำตาลดิบ โดยนำอ้อยมาคั้นน้ำออก ส่วนที่เป็นน้ำนำไปผลิตเป็นน้ำตาลดิบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันประเทศไทยมีเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก เช่น ชานอ้อย กาบมะพร้าว ชังข้าวโพด แกลบ จี้เลื่อย เปลือกทุเรียน เปลือกสับปะรด เป็นต้น เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพเกษตรกรรม ซึ่งการประกอบอาชีพเหล่านี้ เมื่อมีการแปรรูปเป็นผลผลิตแล้วจะทำให้เกิดวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะถูกทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ตามสถานที่ต่างๆ เช่น โรงงาน โรงสี ชุมชน และท้องถิ่นที่อาศัยอยู่ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเหล่านี้ ล้วนแต่มีความสำคัญและจำเป็นต้องนำไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในด้านต่างๆ

2.1.1 กาบมะพร้าว

มะพร้าวเป็นพืชที่มีความผูกพันกับวัฒนธรรมความเป็นอยู่ของคนไทยมาช้านาน คุณสมบัติที่ดีของมะพร้าว คือส่วนต่างๆ ของมะพร้าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า และสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ หลากหลาย ตั้งแต่ ลำต้น ใบ ก้าน ผล กะลา รากมะพร้าว กาบมะพร้าว มะพร้าวเป็นพืชที่นิยมบริโภคในประเทศไทย เป็นอย่างมาก นิยมนำมาทำอาหาร ทั้งคาวหวาน นอกจากนั้น ยังสามารถนำมาทำอุตสาหกรรมน้ำมันมะพร้าว อุตสาหกรรมกะทิเข้มข้น มะพร้าวหูดแห้ง น้ำตาลมะพร้าว และอุตสาหกรรมอื่นๆ เกี่ยวกับส่วนต่างๆ ของมะพร้าว เช่น เส้นใย ฯลฯ

2.1.2 ชังข้าวโพด

ชังข้าวโพด ได้จากการสีข้าวโพดเพื่อนำเมล็ดมาใช้งาน ส่วนใหญ่เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในส่วนของลำต้นจะถูกตัดหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว ชังข้าวโพดมีประโยชน์หลายอย่าง นำไปเป็นวัตถุดิบผลิตแอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง ผสมกับกากน้ำตาล เพื่อเลี้ยงสัตว์ เป็นต้น จุดเด่น มีค่าความร้อนสูง เมื่อเทียบกับชีวมวลอื่นๆ ส่วนลำต้นข้าวโพดมีส่วนหนึ่งที่ไม่ได้นำไปใช้งาน จุดด้อย ชังข้าวโพดมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง

2.1.3 ชานอ้อย

ชานอ้อย เป็นขุย ได้จากการผลิตน้ำตาลดิบ โดยนำอ้อยมาคั้นน้ำออก ส่วนที่เป็นน้ำนำไปผลิตเป็นน้ำตาลดิบ ส่วนที่เหลือคือชานอ้อย มาจากโรงงานน้ำตาล ซึ่งมีอยู่ประมาณ 46 โรง ส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตน้ำตาลดิบประมาณร้อยละ 80 ที่เหลืออีกร้อยละ 20 นำไปเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตกระดาษ และแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตวัสดุ

ก่อสร้าง และเฟอร์นิเจอร์ หรือผลิตลำโพง เป็นต้น จุดเด่น ยังมีขนาดน้อยจำนวนมากที่ยังไม่ได้นำไปใช้งาน จุดด้อย น้ำหนักเบา และความชื้นสูง (นคร ทิพย์วงศ์, 2553)

2.1.4 การอบแห้ง

การอบแห้ง คือกระบวนการลดความชื้นซึ่งส่วนใหญ่ใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่ขึ้น เพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย โดยใช้ความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย วัสดุอบแห้งมีมากมายหลายชนิด แต่ที่จะกล่าวต่อไปจะเกี่ยวข้องกับการอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารเท่านั้น ประโยชน์ของการอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารอาจสรุปได้ตามลำดับความสำคัญดังต่อไปนี้

- 1) เพื่อการถนอมรักษาอาหาร อาหารที่แห้งแล้วสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เสียเนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มีน้อย
- 2) เพื่อลดปริมาตรและน้ำหนัก อาหารที่แห้งแล้วจะมีปริมาตรและน้ำหนักลดลง ทำให้สามารถลดต้นทุนในการเก็บรักษาและการขนส่ง
- 3) เพื่อช่วยให้กระบวนการการผลิตดีขึ้น ในกรณีนี้อาจจะไม่จริงเสมอไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตนั้นๆ

ในกรณีของเมล็ดพืชเกษตรกรสามารถที่จะเก็บเกี่ยวเมื่อเมล็ดพืชยังมีความชื้นสูงอยู่ ทำให้ลดการสูญเสียของเมล็ดพืชอันเนื่องมาจากการร่วงหล่นก่อน ระหว่างและหลังเก็บเกี่ยว การอบแห้งที่ถูกหลักยังสามารถช่วยให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสูง ทำให้สามารถนำไปเพาะปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมล็ดพืชที่อบแห้งแล้วมีคุณภาพสูงและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ทำให้เกษตรกรสามารถรอเวลาขายในขณะที่ผลิตผลมีราคาดี

2.1.5 ความชื้นในวัสดุ

ความชื้นเป็นตัวบอกปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเทียบกับมวลของวัสดุชื้นหรือแห้ง ความชื้นในวัสดุสามารถแสดงได้เป็น 2 แบบ ดังนี้

- 1) ความชื้นมาตรฐานเปียก (% w.b.)

$$M_w = \frac{W - d}{W} \times 100 \quad (2.1)$$

เมื่อ M_w คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก (% w.b.)

W คือ มวลของวัสดุ (g)

d คือ มวลของวัสดุแห้ง (g)

2) ความชื้นมาตรฐานแห้ง (% d.b.)

$$M_d = \frac{W-d}{d} \times 100 \quad (2.2)$$

เมื่อ M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง (% d.b.)

W คือ มวลของวัสดุ (g)

d คือ มวลแห้ง (g)

2.1.6 วิธีการหาความชื้น

การหาความชื้นอาจแบ่งได้เป็น 2 วิธีคือ วิธีตรงและวิธีอ้อม การเก็บตัวอย่างเพื่อหาความชื้นเป็นปัญหาที่สำคัญอันหนึ่ง เนื่องจากอาจได้ตัวอย่างที่ไม่ได้เป็นตัวแทนที่เหมาะสมของเมล็ดหรืออาหารทั้งหมด นอกจากนี้ควรเก็บตัวอย่างไว้ในภาชนะที่สามารถป้องกันมิให้เกิดการถ่ายเทความชื้นระหว่างตัวอย่างและอากาศก่อนที่จะทำการหาความชื้น

1) วิธีการหาความชื้นโดยตรงมีหลายวิธี เช่น การใช้ตู้อบ การกลั่น การใช้สารดูดความชื้นในห้องสูญญากาศ เป็นต้น วิธีตรงเป็นวิธีที่ใช้เวลา แต่มีความถูกต้องสูง สามารถใช้อ้างอิงได้ การหาความชื้นอาจทำได้โดยการใช้ตู้อบสูญญากาศ โดยบดตัวอย่างเมล็ดพืชให้ละเอียดและใส่ไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C ที่ความดันสัมบูรณ์ 25 mmHg เป็นเวลา 5 h แล้วนำออกจากตู้อบไปเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดได้สนิท (อาจมีตัวดูดความชื้นด้วย) เมื่อตัวอย่างเมล็ดพืชเย็นลงแล้วก็ทำการชั่งน้ำหนัก เพื่อนำค่าที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาความชื้นต่อไป

2) การหาความชื้นของวัสดุอาจทำได้โดยการวัดคุณสมบัติบางอย่างซึ่งขึ้นอยู่กับความชื้น เช่น ความต้านทานทางไฟฟ้า หรือคุณสมบัติทางไดอิเล็กตริก (Dielectric) วิธีนี้เป็นวิธีที่สามารถทำได้รวดเร็วอาจใช้เวลาเพียง 1 min เท่านั้น ข้อเสียคือ ความชื้นที่หาได้อาจจะไม่ถูกต้องนัก นอกจากนี้คุณสมบัติเหล่านี้ยังแปรเปลี่ยนตามอุณหภูมิ และความหนาแน่นของการบรรจุได้ด้วย

2.1.7 การดูดซับ

การดูดซับเกิดขึ้นด้วยแรงระหว่างโมเลกุลของสารถูกดูดซับกับผิวของตัวดูดซับ โดยจำแนกแรงดังกล่าวออกเป็น 2 ชนิด คือ แรงกายภาพและแรงเคมี

1) การดูดซับแบบกายภาพ

การดูดซับแบบกายภาพ (Physisorption) คือ การดูดหรือดึงสารถูกดูดซับไว้บนผิวของตัวดูดซับด้วยแรงกายภาพชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดร่วมกัน แรงกายภาพของการดูดซับประเภทนี้ ได้แก่

1.1) แรงดึงดูดระหว่างผิวของสารถูกดูดซับกับผิวบนผิวตัวดูดซับ เช่น การดูดซับความชื้นด้วยผลึกดูดความชื้น ซึ่งเป็นแรงดึงดูดระหว่างผิวของโมเลกุลไอน้ำกับผิวบนผิวผลึกดูดความชื้น หรือแรงดึงดูดระหว่างผิวของโมเลกุลไอน้ำกับผิวบนผิวผลึกดูดความชื้น เป็นต้น

1.2) แรงดึงดูดระหว่างประจุของสารถูกดูดซับชนิดไอออนกับประจุบนผิวตัวดูดซับ

1.3) แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลสารถูกดูดซับกับผิวของตัวดูดซับ เช่น การดูดซับกลิ่นซึ่งมักเป็นไอระเหยของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดต่างๆ ด้วยถ่านดูดซับ หรือการดูดซับสารประกอบไฮโดรคาร์บอนด้วยถ่านดูดซับ เป็นต้น

ลักษณะสำคัญของการดูดซับประเภทนี้ คือ การดูดซับเกิดขึ้นได้ดี ณ อุณหภูมิปกติ หรือ ณ อุณหภูมิบรรยากาศทั่วไป และเกิดได้ดีมากยิ่งขึ้น ณ อุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิบรรยากาศ เช่น การดูดซับกลิ่นอับต่างๆ ในตู้เย็นและในห้องโดยสารปรับอากาศ เป็นต้น

2) การดูดซับแบบเคมี

การดูดซับแบบเคมี (Chemisorptions) คือ การเกิดพันธะเคมีหรือการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันระหว่างโมเลกุลของสารถูกดูดซับกับผิวของตัวดูดซับ ในลักษณะเดียวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี การดูดซับประเภทนี้จึงต้องการพลังงานกระตุ้นเช่นเดียวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีทั่วไป ดังนั้น การดูดซับจึงมักเกิดขึ้นได้ดีหรือเกิดขึ้นได้เร็ว ณ อุณหภูมิสูงๆ และการดูดซับจะเกิดขึ้นเฉพาะบนผิวของตัวดูดซับเท่านั้น นั่นคือ การดูดซับแบบเคมีนี้จะไม่เกิดบนชั้นของโมเลกุลของสารถูกดูดซับที่สะสมบนผิวของตัวดูดซับเช่นเดียวกับการดูดซับแบบกายภาพ (เดชา ฉัตรศิริเวช , 2552)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนาชัย (2552) ได้ทำการศึกษา เรื่องผนังดูดซับความชื้นด้วยซิลิกาที่สกัดจากแกลบเพื่อนำมาใช้ลดความชื้นของอากาศภายนอกที่จะเข้ามาในอาคารโดยในส่วนการออกแบบเป็นระบบผนังกระจก 2 ชั้น ภายในบรรจุแผ่นซิลิกาที่สกัดจากแกลบ ติดตั้งขวางทางเดินอากาศในลักษณะสลับฟันปลา ผนังมีช่องระบายอากาศทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยติดตั้งพัดลมระบายไว้ที่ช่องระบายอากาศด้านบน ส่วนการทดลองได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ทดสอบความสามารถในการดูดซับความชื้นในสถานะจำลอง 3 สถานะตามสภาพอากาศ ได้แก่ ฤดูร้อน ฤดูหนาว และฤดูฝน ส่วนที่ 2 ทดสอบในสภาพอากาศจริง ซึ่งเมื่อจำลองติดตั้งผนังดูดซับความชื้นภายในห้องเล็กหรือแคบ สามารถลดการใช้พลังงานได้มากที่สุดในช่วงฤดูฝน และน้อยที่สุดในช่วงฤดูร้อน เมื่อแผ่นดูดซับความชื้นดูดซับความชื้นจนอิ่มตัวแล้วจะไม่สามารถดูดซับความชื้นภายในอาคารได้อีก ดังนั้นจะต้องมีการคำนึงถึงตำแหน่งติดตั้งผนังดูดซับความชื้น ตำแหน่งควรมีการระบายอากาศที่ดี เพื่อให้เกิดการคายความชื้นออกมาได้

สโรชา (2551) ได้ทำการศึกษา เรื่องการดูดซับฟอร์มัลดีไฮด์ในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตเอทิลีนออกไซด์และเอทิลีนไกลคอลด้วยถ่านรูปถ่าน โดยตรวจวัดในรูปของโมโนแคบอออกไซด์เบนโซเซนทีเลียม ด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตเมทรี วัสดุดูดซับที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ ถ่านรูปถ่านเตรียมโดยการตัดต้นรูปถ่านเลือกตั้งแต่โคนต้นจนถึงปลายใบ (ไม่เอาราก ก้านดอก และดอกรูปถ่าน) สับให้มีขนาดสั้นลง และตากแดดให้แห้ง จากนั้นนำต้นรูปถ่าน อบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 1 h และชุด Formaldehyde Test ของ MERCK 1.14678.0001 สามารถวัดค่าได้ในช่วง 0.02-8.00 mg/l พร้อมด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยศึกษาอิทธิพลที่มีผลต่อการดูดซับซับฟอร์มัลดีไฮด์ในสารละลายมาตรฐานซับฟอร์มัลดีไฮด์ของถ่านกัมมันต์ด้วยการทดลองแบบเบดส์ได้แก่ พีเอช ปริมาณบัฟเฟอร์ ความเร็วรอบในการปั่นกววน ระยะเวลาปั่นกววน ระยะเวลาสัมผัส ความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์เริ่มต้น และปริมาณของตัวดูดซับ ซึ่งในการศึกษานี้เริ่มต้นจะใช้ถ่านรูปถ่าน ปริมาณ 1 g และสารละลายมาตรฐานซับฟอร์มัลดีไฮด์เข้มข้น 20 mg/l ซึ่งในการทดลองจะมีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 2-18 mg/l เนื่องจากใกล้เคียงกับฟอร์มัลดีไฮด์ที่มีอยู่ในน้ำเสีย ใช้ปริมาตร 50 ml ระยะเวลาปั่นกววน 60 min และระยะเวลาสัมผัส 30 min แล้วเขย่าตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา 10 min จะได้สารละลายสีม่วง หลังจากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง พบว่า ที่ค่าพีเอช 4 ซึ่งเป็นค่าพีเอชที่เหมาะสมในการดูดซับฟอร์มัลดีไฮด์ของถ่านรูปถ่าน สามารถดูดซับฟอร์มัลดีไฮด์ในสารละลายมาตรฐานได้สูงสุด โดยดูดซับได้ร้อยละ 21.13

อิลีฮัยะ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษา เรื่องการศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของสารดูดความชื้นสำหรับอบแห้งข้าวเปลือกโดยเทคนิคการดูดซับความชื้น งานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ ความหนาแน่นปรากฏ เปอร์เซ็นต์ช่องว่างของอากาศ ความจุความร้อนจำเพาะ ความชื้นสมดุล และสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ แกลบ ทางใบสาเก และกาบมะพร้าว จากการทดลองพบว่า สิ่งที่ถูกนำมาข้างต้นมีความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้นกับความชื้น เนื่องจากแกลบ ทางใบสาเกและกาบมะพร้าวมีค่าความชื้นต่างกัน ในขณะที่ความชื้นสมดุลแบบดูดซับความชื้นในช่วงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ $30-50^{\circ}\text{C}$ และ 10-90% ตามลำดับ จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น ส่วนสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นในลักษณะเอกซ์โปเนนเชียล ทางใบสาเกจะมีสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นสูงสุด รองลงมาคือ กาบมะพร้าวและแกลบ ตามลำดับ

จินตนา (2550) ได้ทำการศึกษา เรื่องการเตรียมตัวดูดซับจากผักตบชวาในการกำจัดสีย้อมไคเรกต์จากน้ำทิ้งโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอ โดยใช้กระบวนการทางฟิสิกส์และเคมี เพื่อปรับสภาพตัวดูดซับ ทำโดยการเตรียมตัวดูดซับจากผักตบชวา 4 ชนิด คือ ตัวดูดซับไม่ปรับสภาพ ตัวดูดซับปรับด้วย NaOH 15% 20% และ 25% ซึ่งตัวดูดซับไม่ปรับสภาพทำโดยการนำผักตบชวาส่วนลำต้นมาล้างให้สะอาด ปอกเปลือกออก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปตากแดดให้แห้ง อบที่อุณหภูมิ 105°C

แล้วปั่นให้ละเอียด ส่วนตัวดูดซับปรับด้วย NaOH ทำโดยการนำผักตบชวาที่เตรียมจากตัวดูดซับไม่ปรับสภาพ ต้มกับสารละลาย HCl แล้วนำไปล้าง อบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 2 วัน แล้วนำไปแช่ในสารละลาย NaOH เข้มข้น 15% เป็นเวลา 2 วัน ล้างด้วยน้ำกลั่น นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 1 วัน จากนั้นนำผักตบชวาดังกล่าว แช่ในสารละลาย NaOH เข้มข้น 15% เป็นเวลา 1 วัน ล้างด้วยน้ำกลั่น นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 2 วัน แล้วปั่นให้ละเอียด จากนั้นก็ทำการทดลองเช่นเดียวกัน แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของ NaOH 20% และ 25% แล้วนำตัวดูดซับที่ได้จากผักตบชวาไปทดสอบการกำจัดสีย้อมไคเรกซ์ที่สังเคราะห์ขึ้นแล้วหาสภาวะที่เหมาะสมของค่า pH ปริมาณตัวดูดซับ เวลาการปั่นกวน เวลาการสัมผัส และความเข้มข้นสีย้อมไคเรกซ์ พบว่าประสิทธิภาพของตัวดูดซับเป็นไปตามกลไกสมการการดูดซับของ ฟรูนลิชและแลงเมียร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผงตัวดูดซับจากผักตบชวาสามารถกำจัดสีย้อมไคเรกซ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิติโรจน์ และคณะ (2546) ได้ทำการศึกษา เรื่องการดูดซับสีย้อมผ้าด้วยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินและกะลามะพร้าว โดยศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการดูดซับ ได้แก่ เวลาเข้าสู่สมดุล ปริมาณถ่านกัมมันต์ ปริมาณสีย้อมเริ่มต้น ความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายสีย้อมเริ่มต้น การปรับสภาพด้วยเกลือแกง ขนาดของถ่านกัมมันต์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ทั้งสองชนิด ซึ่งในการหาเวลาเข้าสู่สมดุลของการดูดซับสีเหลือง ของถ่านกัมมันต์ทั้งสองชนิด จะใช้ผงถ่านหนัก 0.5 g ขนาด 150–180 μm ความเข้มข้นเริ่มต้น 250 mlg/l ปริมาตร 200 ml นำไปเขย่า 200 rpm จะเห็นได้ว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินจะเข้าสู่สภาวะสมดุลที่เวลา 120 min ส่วนถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าวจะเข้าสู่สภาวะสมดุลที่เวลา 240 min พบว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินสามารถดูดซับสีย้อมได้เร็วกว่าถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าว แต่ในสภาวะสมดุลความสามารถในการดูดซับสีของถ่านกัมมันต์ทั้งสองชนิดใกล้เคียงกัน และเมื่อเพิ่มปริมาณถ่านกัมมันต์ ความสามารถในการดูดซับสีย้อมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าความสามารถในการดูดซับดีที่สารละลายสีมีค่าเป็นกรดอ่อน ขนาดของถ่านกัมมันต์ทั้งสองชนิดที่อยู่ในช่วง 125–150 μm เหมาะสมกับการดูดซับสีย้อม แบบจำลองของการดูดซับโดยทฤษฎีของแลงเมียร์ สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดี ซึ่งคำนวณค่าการดูดซับสูงสุดของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินและกะลามะพร้าวได้เท่ากับ 222.22 และ 158.73 mlg/g ตามลำดับ เมื่อใช้เกลือแกงในการปรับสภาพถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าวจะทำให้ความสามารถในการดูดซับสีย้อมเพิ่มขึ้นจนใกล้เคียงกับความสามารถในการดูดซับของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินในสภาวะที่ดูดซับที่เหมาะสม ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับสีย้อมของถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหิน และกะลามะพร้าว พบว่าถ่านกัมมันต์ทั้งสองชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมได้ใกล้เคียงถึงแม้ว่าอัตราการดูดซับจะช้ากว่าเล็กน้อย แต่ก็สามารถใช้ถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากกะลามะพร้าวในการดูดซับสีย้อมทดแทนถ่านกัมมันต์จากถ่านหินได้ และเป็นทางหนึ่งเพื่อการเพิ่มมูลค่าแก่วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร

จุวัฒน์ย์ (2546) ได้ทำการศึกษา เรื่องศึกษาความเป็นไปได้ของซังข้าวโพดในการดูดซับสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกในน้ำทิ้ง ทำโดยการแบ่งตัวดูดซับเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นตัวดูดซับที่เตรียมโดยการล้างซังข้าวโพดขนาดต่างๆ ด้วยน้ำกลั่น กรด และเบส ส่วนกลุ่มที่ 2 เตรียมถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีการกระตุ้นเชิงเคมี โดยใช้กรดฟอสฟอริกเข้มข้น 50% จากการทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับ ซังตัวดูดซับที่เตรียมจากซังข้าวโพดที่ผ่านการปรับปรุง ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml 1 g เติมสารละลายเพนตะคลอโรฟีนอลที่มีความเข้มข้น 10 mg/l (โดยต้องทำแบบลบล้างทุกขวด) จำนวน 100 ml ปิดปากขวดด้วยพาราฟิล์ม จากนั้นไปเขย่าที่ 250 rpm ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลาต่างๆ กันดังนี้ 20 , 40 , 60 , 90 และ 120 min กรองเอาตัวดูดซับออกและหมุนเหวี่ยง จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณเพนตะคลอโรฟีนอลด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตเมตรี พบว่าในกลุ่มแรก ซังข้าวโพดที่ล้างด้วยเบสขนาด 40/60 mesh เป็นขนาดที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับสูงสุด โดยมีความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 9.66 mg PCP/g ตัวดูดซับ หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 82.40% ส่วนซังข้าวโพดที่ล้างด้วยกรดและน้ำกลั่นมีความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 5.88 และ 8.40 mg PCP/g ตัวดูดซับ หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 50.15 และ 71.2% ตามลำดับ สำหรับถ่านกัมมันต์มีความสามารถในการดูดซับ 11.15 mg PCP/g ถ่านกัมมันต์ หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 95.10% ดังนั้นซังข้าวโพดที่ล้างด้วยเบส สามารถที่จะนำไปใช้ในการดูดซับสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกในน้ำทิ้งได้

รัตนกร และคณะ (2545) ได้ทำการศึกษา เรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเส้นใยธรรมชาติมาใช้แทนสารดูดความชื้นเพื่อใช้ในระบบการปรับอากาศวัฏจักรเปิด ทำได้โดยจัดเตรียมเปลือกมะพร้าวสด และเปลือกทุเรียนสดหั่นออกเป็นแผ่นบางๆ จำนวนอย่างละ 1 kg ใส่ในภาชนะบรรจุடைแก้ว จำนวนอย่างละ 10 ถาดๆ ละ 100 g นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 48 h แล้วชั่งน้ำหนักหาค่าเฉลี่ย พบว่า เปลือกมะพร้าวสด 100 g มีมวลแห้งเฉลี่ย 13.87 g ที่สภาวะอากาศความชื้นสัมพัทธ์ 75% และอุณหภูมิ 32 °C เปลือกมะพร้าวแห้งสามารถดูดความชื้นได้สูงสุดคือประมาณ 30 g ที่อัตราการไหลอากาศ 84 dm³/h และเปลือกทุเรียนสด 100 g มีมวลแห้งเฉลี่ย 15.05 g สามารถดูดความชื้นได้สูงสุดคือประมาณ 17 g ที่อัตราการไหลอากาศ 98 dm³/h ดังนั้นการนำไปใช้งานการดูดความชื้นของอากาศ เปลือกมะพร้าวแห้งเหมาะสมมากกว่าเปลือกทุเรียนแห้งจากการเปรียบเทียบความสามารถในการดูดความชื้นของมะพร้าวแห้งกับสารซิลิกาเจลจำนวน 100 g พบว่าอัตราการดูดความชื้นเฉลี่ยของเปลือกมะพร้าวแห้งมีค่าน้อยกว่าสารซิลิกาเจลประมาณ 5 g/h นอกจากนั้นอากาศที่ออกจากกระบวนการดูดความชื้น กรณีใช้มะพร้าวแห้งเป็นตัวดูดความชื้นจะมีอุณหภูมิต่ำกว่ากรณีสารซิลิกาเจล จึงเป็นการประหยัดพลังงานที่นำไปใช้ในการลดอุณหภูมิของอากาศที่ออกจากกระบวนการดูดความชื้นเมื่อนำไปใช้ในการปรับอากาศด้วยการดูดความชื้นแบบวัฏจักรเปิด นั่นคือเปลือกมะพร้าวแห้งสามารถนำไปใช้แทนสารซิลิกาเจลได้

Hassan และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาการจำลองของระบบการดูดซับความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์ แบบจำลองที่ออกแบบมาเพื่อใช้เปิดใช้งาน carbonemethanol (AC / M) คู่ที่ถูกนำมาทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงให้เห็นถึงความร้อนและการถ่ายโอนมวลภายในดูดซับคอนเดนเซอร์. เทคนิคการจำลองคำนึงถึงรูปแบบของอุณหภูมิและการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ตามวัน นอกจากนี้แรงดันในท้องถิ่นและภายในรูปแบบการนำความร้อนในพื้นที่และเวลาอยู่ภายในเครื่องปฏิกรณ์ที่จะมีการตรวจสอบเช่นกันโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะถูกเขียนเพื่อแก้ปัญหาในรูปแบบที่เป็นตัวเลขที่น่าเสนอโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันแน่นอนโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นครอบคลุมการดำเนินงานของทุกองค์ประกอบของระบบตามรอบเวลาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปฏิกรณ์ท่อ,คอนเดนเซอร์และระเหยที่ได้รับการกล่าวถึง กราฟการจัดสรรเวลาและการดำเนินการสลับสำหรับกระบวนการของระบบทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์จะแสดงเช่นกัน กรณีศึกษาที่มีพื้นที่ผิวพื้นที่ 1 M² แสงอาทิตย์แบบเก็บจานรวมกับ 20 ท่อเหล็กสแตนเลสที่มีคู่ที่ AC / M และหลอดแต่ละอย่างจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอก 5 cm นอกจากนี้แรงดันคอนเดนเซอร์ที่ถูกกำหนดเป็น 54.2 kPa จะได้รับพบว่าพลังงานแสงอาทิตย์ ค่าสัมประสิทธิ์ของประสิทธิภาพการทำงานและพลังงานการระบายความร้อนที่เฉพาะเจาะจงของระบบที่ 0.211 และ 2.326 ตามลำดับ นอกจากนี้การกระจายความดันที่อยู่ภายในที่ดูดซับได้พบรูปแบบที่แตกต่างกันเกือบและเฉพาะกับเวลา นอกจาก AC / M การนำความร้อนจะแสดงให้เห็นทั้งในพื้นที่และเวลา

Khairul และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษา เรื่องการประเมินประสิทธิภาพการทำงานเย็นสำหรับดูดซับรวมวงจร งานวิจัยนี้เสนอผลของการตรวจสอบเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการดูดซับรวมวงจรการทำงานเย็นThenovel วงจรรวม amalgamates ที่ถ่านคาร์บอน (AC) - R507A เป็นวงจร bottoming และรอบ AC - R134A เป็นวงจรติดตามและส่งมอบภาระการทำงานเย็นเมื่อที่ต่ำเป็น 10 °C ในรอบ bottoming การจำลองวงจรจะขึ้นอยู่กับที่ยืนยันการทดลองการดูดซับ isotherms จลนพลศาสตร์และความร้อน isosteric ของข้อมูลสำหรับการดูดซับและ R134a R507A เกี่ยวกับคาร์บอนที่มีรูพรุนสูงตามประเภทของ Maxsorb III. ความจุของการทำความเย็นที่ดีที่สุดค่าสัมประสิทธิ์ของประสิทธิภาพ (COP) และประสิทธิภาพในการทำความเย็นจะถูกคำนวณในแง่ของรอบเวลาการเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศ ระยะเวลาสร้าง และน้ำเกลือ ผลการค้นหาแสดงให้เห็นว่ารอบการดูดซับรวมความเป็นไปได้แม้กระทั่งเมื่อแหล่งความร้อนมีอุณหภูมิต่ำสามารถใช้งานได้

Maryam และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาการดูดซับไอออนโลหะหนักจากน้ำโดยใช้ท่อนาโนคาร์บอน ในการกำจัด ไอออนโลหะของ (Cu²⁺, Zn²⁺, Pb²⁺, Cd²⁺, Co²⁺) จากสารละลายโดยใช้ท่อนาโนคาร์บอน (CNT) ในการดำเนินการ แผ่น CNT ถูกสังเคราะห์โดยการสะสมสารเคมีไอระเหยจาก cyclohexanol และ ferrocene ในบรรยากาศไนโตรเจนที่ 750 °C และออกซิไดซ์ด้วยกรดไนตริก ความเข้มข้นที่อุณหภูมิห้องและงานนั้นเป็นตัวดูดซับสำหรับการบำบัดน้ำ Langmuir isotherms และ

Freundlich ถูกนำมาใช้ในการอธิบายพฤติกรรมการดูดซับของไอออนของโลหะหนักโดยการออกซิไดซ์แผ่น CNT จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าออกซิไดซ์แผ่น CNT สามารถใช้เป็นตัวดูดซับที่มีประสิทธิภาพสำหรับการกำจัดไอออนโลหะหนักจากน้ำ. มันถูกพบว่าจลนพลศาสตร์ของการดูดซับแตกต่างกันกับการเริ่มต้น ความเข้มข้นของไอออนของโลหะหนัก การตั้งค่าของการดูดซับลงบนแผ่นออกซิไดซ์ของ CNT สามารถสั่งเป็น $Pb^{2+} > Cd^{2+} > Co^{2+} > Zn^{2+} > Cu^{2+}$ การใช้แผ่น CNT การในการบำบัดน้ำเสีย ออกซิไดซ์โดยการไม่ให้อุณหภูมิไหล ลงไปในน้ำ ดังนั้นแผ่น CNT จึงมีศักยภาพที่ดีในการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม

Sergio & Gerardo (2010) ระบบสารดูดความชื้นของเหลวได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวางเป็นวิธีการลดปริมาณแผลงเกี่ยวกับระบบปรับอากาศ มากที่สุดของการศึกษาที่มีการกำหนดเป้าหมายการกำจัดของจากความชื้นในอากาศที่สภาวะแวดล้อม เอกสารเกี่ยวกับการใช้ desiccants ของของเหลวในที่ต่ำใช้งานที่อุณหภูมิ ในการศึกษานี้สารดูดความชื้นของเหลวขนาดเล็กดูดก็อดตั้งอยู่ภายในตู้เย็น ประสิทธิภาพการทำงานภายใต้สภาวะที่เป็นจริงภายในห้องพักก่อนการระบายความร้อนมีการวิเคราะห์ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศของปลายน้ำเปรียบกับอุณหภูมิพื้นผิวระเหยที่มีศักยภาพที่จะชะลอการก่อตัวของน้ำแข็งเมื่อเย็น การถ่ายเทความร้อนภายในจะใช้ในการลดอุณหภูมิของการไหลของอากาศ liquiddesiccant เพื่อดูดซับและกระบวนการฟื้นฟูจะดำเนินการโดยใช้เพียงอากาศแวดล้อม การวิเคราะห์การลดลงน้ำและการใช้พลังงานสำหรับระบบ scaledup

Ibarz & Barbosa (2004) ได้ทำการศึกษการดูดซับน้ำของถั่ว การทดลองได้ใช้ถั่ว 10 g มาผสมกับน้ำ 30 ml ที่อุณหภูมิห้อง 25 °C เป็นเวลา 23 h และเก็บตัวอย่างที่เวลาต่างๆ กัน เพื่อหาค่าการดูดซับของถั่วหลังจากนั้น นำไปหามวลแห้งโดยการนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 24 h และนำน้ำหนักที่ได้หลังการอบแห้งไปหาความชื้นเริ่มต้นและ ได้นำถั่วมาเปรียบเทียบเมื่อใช้แรงอัดที่แตกต่างกันที่แรงอัด 275 – 690 MPa พบว่า ถั่วที่ได้รับแรงอัดสูงๆจะดูดซับได้เร็วและเข้าสู่สมดุลเร็วกว่าถั่วที่ได้รับแรงอัดต่ำ ช่วงการดูดซับระหว่าง 0-8 h ความชื้นเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและหลังจาก 8-24 h ความชื้นเริ่มคงที่

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุ

- 1) กาบมะพร้าว
- 2) ชานอ้อย
- 3) ชั่งข้าวโพด
- 4) ซิลิกาเจล

3.1.2 อุปกรณ์

- 1) ขวดโหล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 cm สูง 11.5 cm จำนวน 10 ใบ
- 2) บีกเกอร์ ขนาด 250 ml จำนวน 1 ใบ
- 3) ราว
- 4) มุ้งลวด
- 5) เครื่องชั่งแบบดิจิตอล Mettler Toledo รุ่น BP 1502 ความละเอียด 0.01 g
- 6) ตู้อบ (Oven) ยี่ห้อ memmert รุ่น Basic

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

3.2.1 ขั้นตอนเตรียมวัสดุ

1) วัสดุที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย กาบมะพร้าว ชั่งข้าวโพด และชานอ้อย นำวัสดุทั้งสามชนิดมาทำความสะอาดเพื่อแยกเศษที่ไม่ต้องการออกและหั่นวัสดุเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำวัสดุทั้งสามไปตากแดดให้แห้งเพื่อไล่ความชื้นเป็นเวลา 1 สัปดาห์ จนวัสดุทั้งสามชนิดแห้งสนิท (ภาพที่ 3.1)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 3.1 (ก) กาบมะพร้าว (ข) ชั่งข้าวโพด และ(ค) ชานอ้อย

2) นำวัสดุดูดซับทั้งสามชนิดบรรจุในตะแกรงโดยประมาณ ชนิดละ 3 ตะแกรง แล้วมาอบในตู้อบ ควรแยกการอบครั้งละหนึ่งชนิด ประกอบด้วย กาบมะพร้าว ชังข้าวโพด และชานอ้อย



ภาพที่ 3.2 วัสดุดูดซับที่บรรจุในตะแกรง

2.1) กาบมะพร้าว

นำกาบมะพร้าวมาอบในตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิ 130°C เป็นเวลา 5 h ในการอบแต่ละครั้งจะต้องชั่งก่อนอบและหลังการอบ ความชื้นที่ลดลงของกาบมะพร้าวที่ได้จากการอบ

2.2) ชังข้าวโพด

นำชังข้าวโพดมาอบในตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิ 130°C เป็นเวลา 5 h ในการอบแต่ละครั้งจะต้องชั่งก่อนอบและหลังอบ เพื่อหาความชื้นที่ลดลงของชังข้าวโพดที่ได้จากการอบ

2.3) ชานอ้อย

นำชานอ้อยมาอบในตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิ 130°C เป็นเวลา 5 h ในการอบแต่ละครั้งจะต้องชั่งก่อนอบและหลังการอบ เพื่อหาความชื้นที่ลดลงของชานอ้อยที่ได้จากการอบ

3.2.2 ขั้นตอนการทดลองวัสดุ

1) เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด นำวัสดุดูดซับมาใส่ในขวดโหล ขวดละ 1 ตะแกรง แต่ละขวดจะใส่น้ำปริมาณ 50 ml แล้วจับเวลาตามที่กำหนดแล้วบันทึกผล (ภาพที่ 3.3)



ภาพที่ 3.3 ขวดโหลที่บรรจุวัสดุดูดซับพร้อมน้ำ

2) เมื่อเวลาผ่านไป 10, 20, 40, 60, 90, 120, 180, 360 และ 560 min ตามลำดับ นำวัสดุที่ใช้ในการดูดซับ ได้แก่ กาบมะพร้าว ชั่งข้าวโพด และชานอ้อยมาชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกค่าที่ได้ จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ย (ภาพที่ 3.4)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.4 (ก) ชั่งน้ำหนักวัสดุดูดซับ และ(ข) ชั่งน้ำหนักน้ำ

3) นำวัสดุดูดซับบรรจุในฟอยล์ ชั่งน้ำหนัก แล้วอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 72 h เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด นำมาชั่งน้ำหนักอีกครั้ง เพื่อหาความชื้นเริ่มต้นของวัสดุที่ใช้ในการดูดซับ ที่ทำการทดลอง

4) นำวัสดุดูดซับที่บรรจุในตะแกรง หลังจากทำการทดลองแล้ว มาอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 72 h เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดแล้ว นำวัสดุดูดซับออกจากตู้อบแล้วทำการชั่งน้ำหนัก บันทึกผลที่ได้เพื่อหาความชื้นสุดท้าย

3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อทำการทดลองหาประสิทธิภาพการดูดซับความชื้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรแล้ว นำค่าที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ผล ดังนี้

1. วิเคราะห์โดยเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารดูดซับความชื้นที่เพิ่มขึ้นกับปริมาณของน้ำที่ลดลง เช่น ปริมาณสารดูดซับความชื้นกับน้ำ (y) และเวลา (x) เป็นต้น
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่ได้ เพื่อหาประสิทธิภาพของวัสดุดูดซับความชื้นได้ดีที่สุด
3. วิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าต่างๆที่ได้จากการทดลอง และนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้งานได้จริง

ตารางที่ 1 ความชื้นของซิลิกาเจลตามมาตรฐาน JIS

ความสามารถในการดูดซับความชื้นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนัก		
สารเคมี	จำนวน (g)	ความชื้น (%)
ซิลิกาเจล	100	30

ที่มา : <http://power-dry.blogspot.com> (3 กรกฎาคม 2554)

3.3.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของวัสดุดูดซับ และปริมาณน้ำที่ลดลง

- 1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean, $\bar{X}$) คือ ค่ากลางหรือเป็นตัวแทนของข้อมูลที่ดีที่สุด เป็นค่าที่ไม่เอนเอียง มีความคงเส้นคงวา มีความแปรปรวนต่ำที่สุด และเป็นค่าที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีข้อจำกัดในการใช้ กล่าวคือ ถ้าข้อมูลมีการกระจายมากหรือข้อมูลบางตัวมีค่ามากหรือน้อยจนผิดปกติหรือข้อมูลมีการเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะไม่สามารถเป็นค่ากลางหรือเป็นตัวแทนที่ดีของข้อมูลได้ ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3.1)$$

เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 $\sum X_i$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
 n คือ จำนวนข้อมูล

2) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, S.D.) คือ ค่าที่นิยามขึ้นจากรากที่สองของความแปรปรวน ใช้สำหรับเปรียบเทียบว่าค่าจากการทดลองต่าง ๆ ในชุดข้อมูลกระจายตัวออกไปมากน้อยเท่าใด กล่าวคือ ถ้าข้อมูลการทดลองที่ได้ส่วนใหญ่อยู่ใกล้ค่าเฉลี่ยมากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก็จะมีค่าน้อย ในทางกลับกัน ถ้าข้อมูลการทดลองที่ได้ส่วนใหญ่อยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยก็จะมีค่ามาก และถ้าข้อมูลการทดลองที่ได้ทั้งหมดมีค่าเท่ากันค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก็จะมีค่าเท่ากับศูนย์ นั่นคือ ข้อมูลการทดลองไม่มีการกระจายตัว ซึ่งสามารถคำนวณได้ ดังนี้

จากสูตร

$$S.D = \frac{\sqrt{\sum (X_N - \bar{X})^2}}{N} \quad (3.2)$$

เมื่อ S.D คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 X_N คือ ข้อมูลจากการทดลองครั้งที่
 N คือ จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

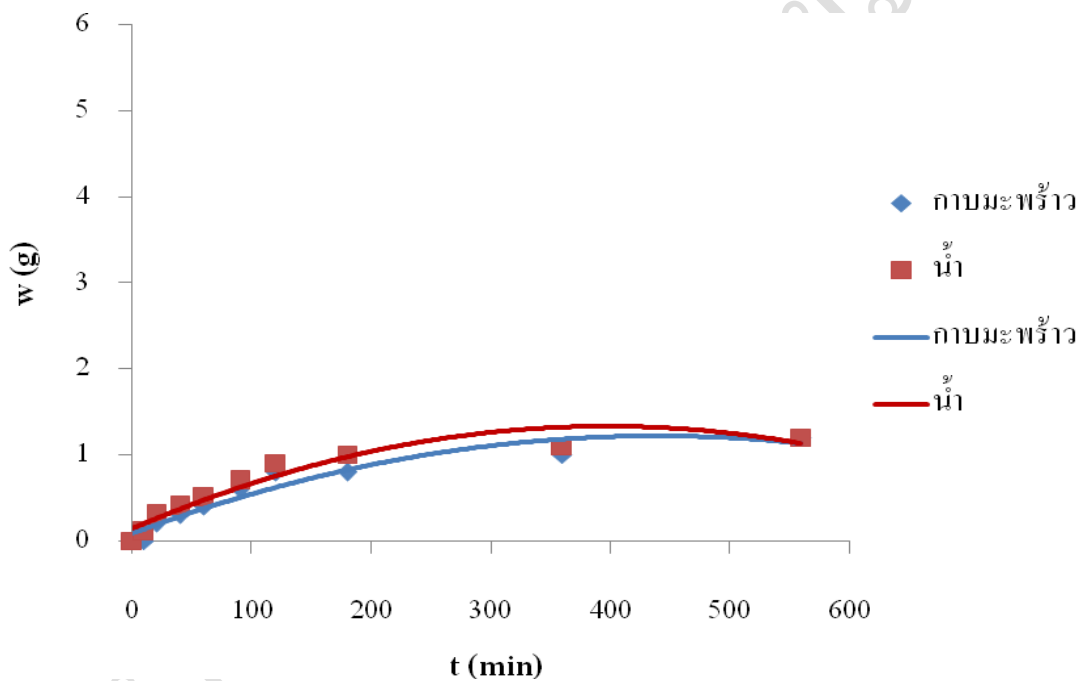
ที่มา : <http://reg.ksu.ac.th> (3 กรกฎาคม 2554)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

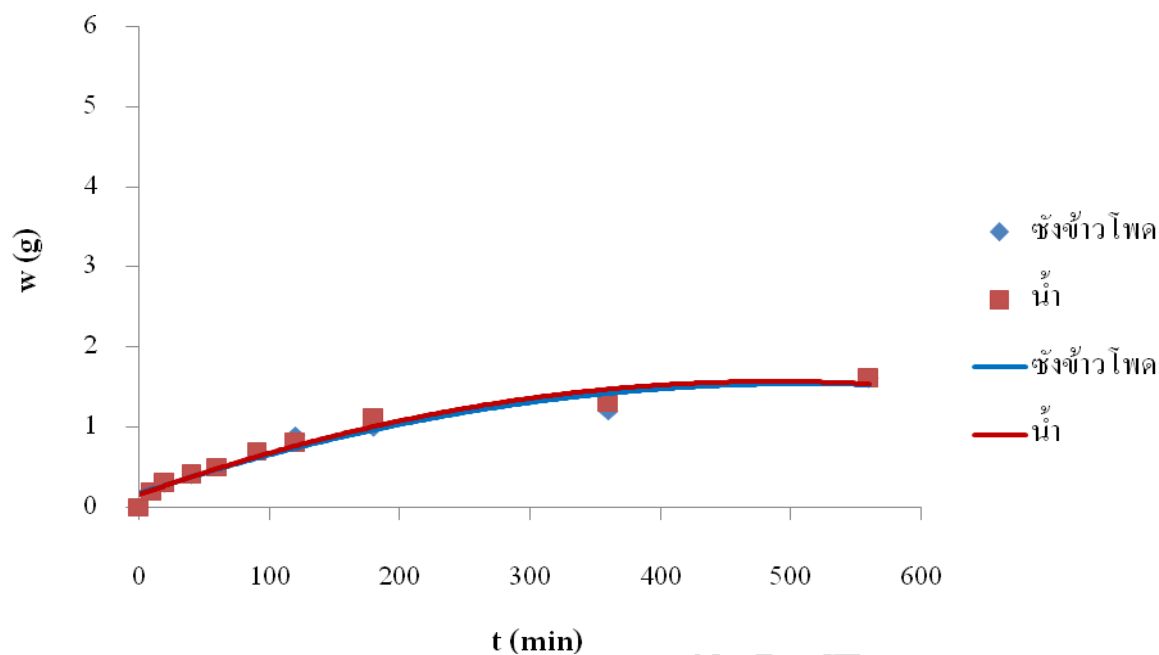
4.1 ผลการวิจัย

จากการทดลองหาความชื้นวัสดุดูดซับเพื่อหาประสิทธิภาพของสารดูดซับจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่ต่างกัน โดยนำตะแกรงที่มีวัสดุดูดซับแต่ละชนิด มาใส่ในขวดโหล ซึ่งคำนึงถึงปริมาตรที่เท่ากันของวัสดุดูดซับ จะได้ผลการทดลองดังที่แสดงในตาราง 3-6 (ภาคผนวก ข) ซึ่งวิเคราะห์แล้วได้กราฟดังนี้



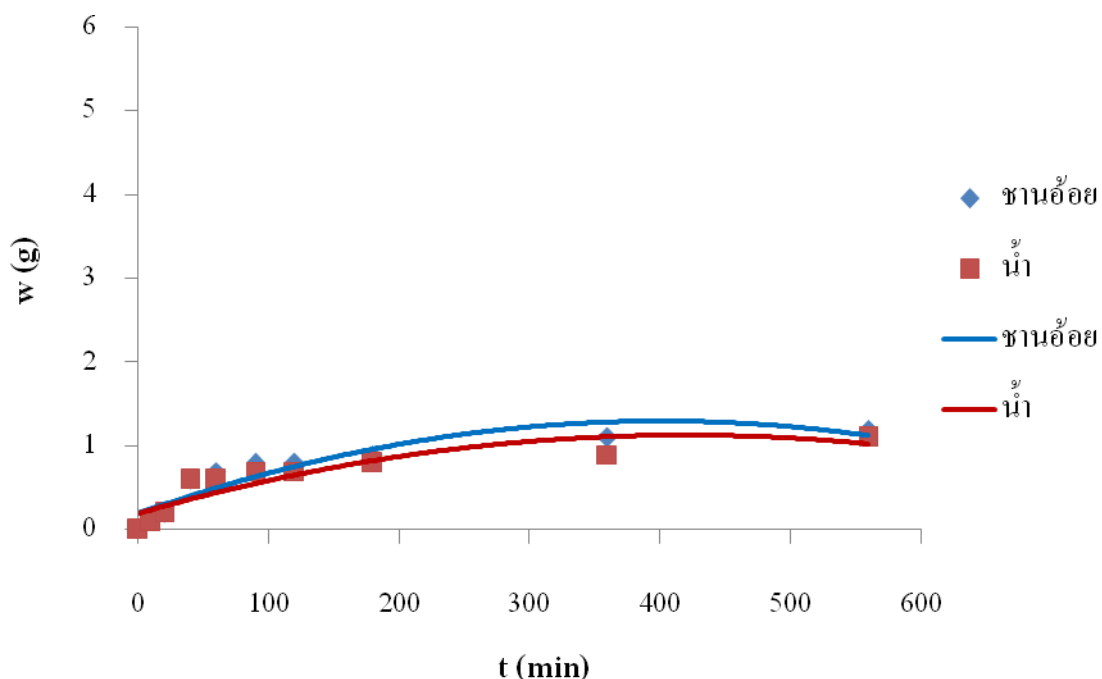
ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักกาบมะพร้าวและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลาต่าง ๆ

จากภาพที่ 4.1 แสดงผลความสามารถการดูดซับความชื้นจากกาบมะพร้าว โดยพบว่ากาบมะพร้าว 5 g สามารถดูดความชื้นได้มากที่สุดเท่ากับ 1.2 g และปริมาณน้ำลดลงมากที่สุดเท่ากับ 1.2 g ความสามารถในการดูดซับความชื้นของวัสดุดูดซับได้เท่ากับ 24 % เมื่อเปรียบเทียบกับซิลิกาเจล แต่ยังสามารถดูดความชื้นได้อีก เนื่องจากยังไม่เข้าสู่ภาวะสมดุลแต่ในงานวิจัยนี้ทดลองภายในเวลา 24 h เนื่องจากช่วงแรกๆ ของการดูดซับมีความแตกต่างระหว่างความชื้นของวัสดุดูดซับกับปริมาณน้ำ



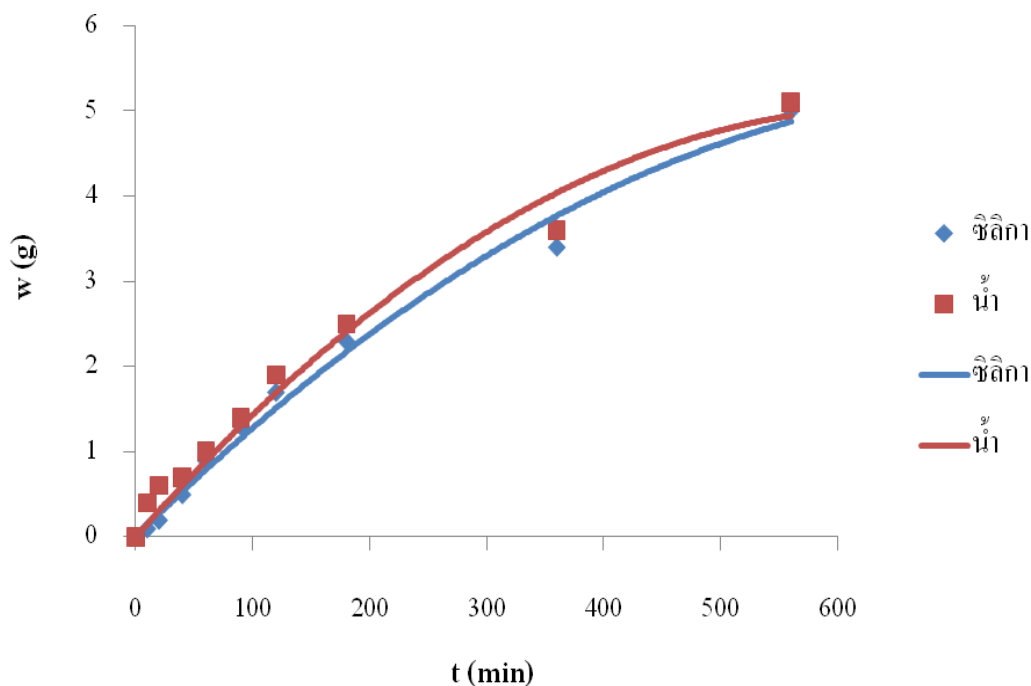
ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักซังข้าวโพดและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลาต่าง ๆ

จากภาพที่ 4.2 แสดงผลความสามารถการดูดซับความชื้นจากซังข้าวโพด โดยพบว่าซังข้าวโพด 10 g สามารถดูดความชื้นได้มากที่สุดเท่ากับ 1.6 g และปริมาณน้ำลดลงมากที่สุดเท่ากับ 1.6 g ความสามารถในการดูดซับความชื้นของวัสดุดูดซับได้เท่ากับ 32 % เมื่อเปรียบเทียบกับซิลิกาเจล แต่ยังสามารถดูดความชื้นได้อีก เนื่องจากยังไม่เข้าสู่ภาวะสมดุลแต่ในงานวิจัยนี้ทดลองภายในเวลา 24 h เนื่องจากช่วงแรกๆ ของการดูดซับมีความแตกต่างระหว่างความชื้นของวัสดุดูดซับกับปริมาณน้ำ



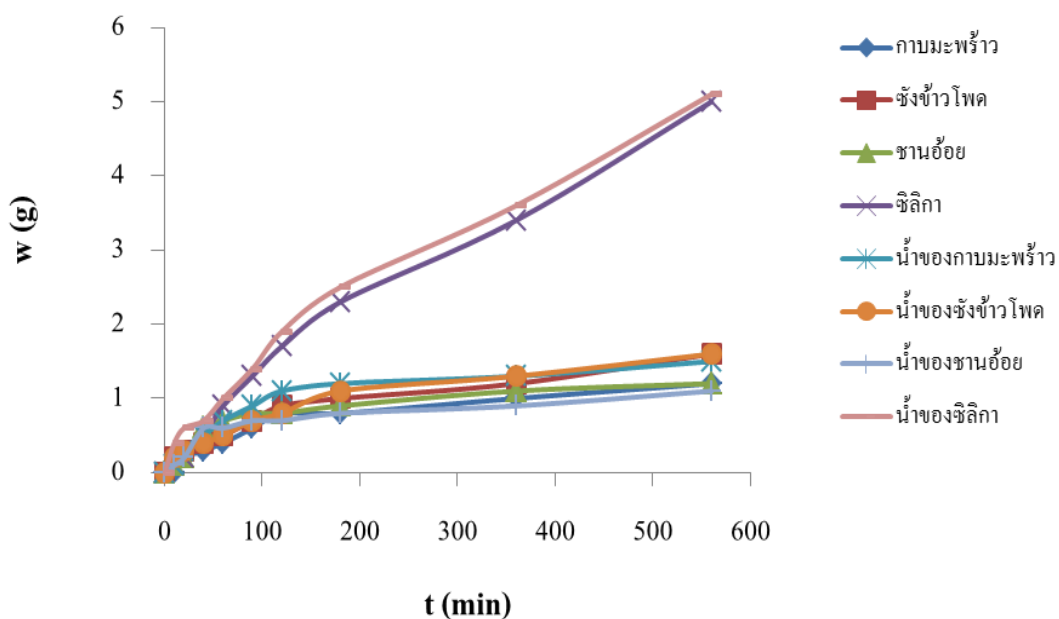
ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักชานอ้อยและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลาต่าง ๆ

จากภาพที่ 4.3 แสดงผลความสามารถการดูดซับความชื้นจากชานอ้อย โดยพบว่าชานอ้อย 5 g สามารถดูดความชื้นได้มากที่สุดเท่ากับ 1.2 g และปริมาณน้ำลดลงมากที่สุดเท่ากับ 1.1 g ความสามารถในการดูดซับความชื้นของวัสดุดูดซับได้เท่ากับ 24 % เมื่อเปรียบเทียบกับซิลิกาเจล แต่ยังสามารถดูดความชื้นได้อีก เนื่องจากยังไม่เข้าสู่ภาวะสมดุลแต่ในงานวิจัยนี้ทดลองภายในเวลา 24 h เนื่องจากช่วงแรกๆ ของการดูดซับมีความแตกต่างระหว่างความชื้นของวัสดุดูดซับกับปริมาณน้ำ



ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักชิลิกาและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลาต่าง ๆ

จากภาพที่ 4.4 แสดงผลความสามารถการดูดซับความชื้นของชิลิกาเจล โดยพบว่าชิลิกาเจล 50 g สามารถดูดความชื้นได้มากที่สุดเท่ากับ 5 g และปริมาณน้ำลดลงมากที่สุดเท่ากับ 5.1 g แต่ยังสามารถดูดความชื้นได้อีก เนื่องจากยังไม่เข้าสู่ภาวะสมดุลแต่ในงานวิจัยนี้ทดลองภายในเวลา 24 h เนื่องจากช่วงแรกๆ ของการดูดซับมีความแตกต่างระหว่างความชื้นของวัสดุดูดซับกับปริมาณน้ำ



ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักวัสดุดูดซับและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลาต่างๆ

เมื่อนำผลการทดลองที่ได้ (ภาพที่ 4.1-4.4) เปรียบเทียบกับซิลิกาเจล เพื่อหาประสิทธิภาพในการดูดซับความชื้นของวัสดุดูดซับทั้ง 4 ชนิด พบว่า กาบมะพร้าว ช้างข้าวโพด ชานอ้อย และซิลิกาเจล มีความชื้นเริ่มต้น 3.8, 7.4, 4.2 และ 8.8 % d.b. ตามลำดับ จะดูดความชื้นสูงสุดเมื่อเวลาผ่านไป 560 min เปรียบเทียบกับซิลิกาเจลได้เท่ากับ 24, 32 และ 24 % สำหรับกาบมะพร้าว ช้างข้าวโพด และชานอ้อย ดังนั้นกาบมะพร้าวและชานอ้อยจะมีประสิทธิภาพในการดูดซับความชื้นน้อยกว่าช้างข้าวโพดเนื่องจากวัสดุดูดซับทั้งสองชนิดอาจมีความชื้นอยู่มากส่วนช้างข้าวโพดจะมีประสิทธิภาพสูงสุดในการดูดซับความชื้น ทั้งนี้เนื่องจากช้างข้าวโพด มีลักษณะผิวหยาบ และมีรูพรุน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพของสารดูดซับความชื้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ กาบมะพร้าว ชังข้าวโพด และขานอ้อย จะเห็นได้ว่าชังข้าวโพดมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการดูดซับความชื้น โดยอัตราการดูดซับความชื้นเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 560 min ได้ร้อยละ 32 เทียบกับซิลิกาเจล ดังนั้นสามารถนำชังข้าวโพดมาใช้ในการกระบวนการปรับอากาศด้วยการดูดซับความชื้นแทนซิลิกาเจลได้

5.2 อภิปรายผล

จากการทดลองหาประสิทธิภาพของสารดูดซับความชื้นของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ กาบมะพร้าว ชังข้าวโพด และขานอ้อย พบว่า กาบมะพร้าว ชังข้าวโพด และขานอ้อย ความชื้นเริ่มต้น 3.8, 7.4 และ 4.2 % d.b. สามารถดูดซับความชื้นได้ 24, 32 และ 24 % ตามลำดับ เทียบกับซิลิกาเจล ดังนั้น ชังข้าวโพดที่มีลักษณะผิวหยาบ และมีรูพรุนมีความสามารถในการดูดซับความชื้นได้ดีกว่า กาบมะพร้าว และขานอ้อย เพราะชังข้าวโพดที่มีปริมาณความชื้นต่ำมีความดันไอที่ผิววัสดุต่ำกว่า ทำให้อากาศสามารถดูดซับเข้าไปได้ง่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจุวลณีย์ (2546) ที่ศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับของชังข้าวโพดที่ล้างด้วยเบสขนาด 40/60 mesh เป็นขนาดที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับสูงสุด โดยมีความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 9.66 mg PCP/g ตัวดูดซับ หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 82.40% ส่วนชังข้าวโพดที่ล้างด้วยกรดและน้ำกลั่นมีความสามารถในการดูดซับเท่ากับ 5.88 และ 8.40 mg PCP/g ตัวดูดซับ หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 50.15 และ 71.2% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าชังข้าวโพดที่ล้างด้วยเบส สามารถที่จะนำไปใช้ในการดูดซับสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกในน้ำทิ้งได้ เนื่องจากชังข้าวโพดมีลักษณะผิวหยาบ และมีรูพรุนทำให้สามารถดูดซับได้ง่าย

ดังนั้นสามารถนำชังข้าวโพดไปใช้ในการดูดซับความชื้นแทนสารเคมีเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษารั้งต่อไป ควรเพิ่มจำนวนวัสดุชุดซ้ำให้มากกว่านี้ เพื่อให้ทราบผลของอัตราการดูดซับความชื้นที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และควรทำการวัดตะแกรงบรรจุวัสดุชุดซ้ำให้มีขนาดเท่ากัน เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

- กิติโรจน์ หวันตาหลา ชยาภาส ทับทอง และสินสุภา จุ้ยจุลเจิม. (2546). การดูดซับสีย้อมผ้าด้วยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากถ่านหินและกะลามะพร้าว. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 104 - 112.
- จินตนา จุลอุล. (2550). การเตรียมตัวดูดซับจากผักตบชวาในการกำจัดสีย้อมไดเรกต์จากน้ำทิ้งโรงงานฟอกย้อมสิ่งทอ. การประชุมทางวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 2 (หน้า 523 - 534). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จุวัลณีย์ แสงระวี. (2546). ศึกษาความเป็นไปได้ของขังข้าวโพดในการดูดซับสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกในน้ำทิ้ง. วิทยานิพนธ์วารสารศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวารสารศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เดชา นัตรศิริเวช. (2552). กระบวนการดูดซับ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนาชัย จงสุวรรณไพศาล. (2552). งานวิจัยเรื่องผนังดูดซับความชื้นด้วยซิลิกาที่สกัดจากแกลบ. กรุงเทพฯ : ดีบี สตูดิโอ.
- ธราพงษ์ วิทิตสานต์. (2553). ถ่านกัมมันต์การผลิตและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นคร ทิพย์าวงศ์. (2553). เทคโนโลยีการแปลงสภาพชีวมวล. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- บุญชัย ตระกูลมหชัย. (2544). “ตัวดูดซับ.” [ออนไลน์]. แหล่งที่มา [http://www.tistr.or.th/publication/page_area_show bc.asp](http://www.tistr.or.th/publication/page_area_show_bc.asp). (3 กรกฎาคม 2554).
- รัตนกร ระวีงกุล และคณะ. (2545). งานวิจัยเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ของการนำเส้นใยธรรมชาติมาใช้แทนสารดูดความชื้นเพื่อใช้ในระบบการปรับอากาศสวิตช์เปิด. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 40 วันที่ 4 - 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2545 (หน้า 182 - 189). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมชาติ โสภณธรรมฤทธิ์. (2540). การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

- สารดูดความชื้น. (2554). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://power-dry.blogspot.com>. (3 กรกฎาคม 2554).
- สโรชา หนูยัง. (2551). การดูดซับฟอรั่มัลดีไฮด์ในน้ำเสียจากกระบวนการผลิตเอทิลีนออกไซด์และเอทิลีนไกลคอลด้วยถ่านรูปถั่ว. การประชุมทางวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 3 (459 - 469). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อิลีหะ สะนิโซ ชุทธนา ฐิระวณิชกุล และสุภวรรณ ฐิระวณิชกุล. (2551). การศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของสารดูด ความชื้นสำหรับอบแห้งข้าวเปลือกโดยเทคนิคการดูดซับความชื้น. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 575 - 585.
- Boonyatikarn, S. (1999). **Technique for energy saving house design for a better quality of life.** Bangkok, Thailand : Chulalongkorn University Press.
- Hassan, H.Z., Mohamad, A.A., & Bennacer, R. (2011). Simulation of an adsorption solar cooling system. **Energy**. **36**,530 - 537.
- Ibarz A., Gonzalez & Barbosa - Canovas G.V. (2004). Kinetic models for water adsorption and cooking time in chickpea soaked and treated by high pressure. **Journal of food engineering**. **63**,467 - 472.
- Khairul Habib, Bidyut Baran Saha, Anutosh Chakraborty, Shigeru Koyama, & Kandadai Srinivasan. (2011). Performance evaluation of combined adsorption refrigeration cycles. **journal of refrigeration**. **34**,129 - 137.
- Maryam Ahmadzadeh Tofighy & Toraj Mohammadi. (2011). Adsorption of divalent heavy metal ions from water using carbonnanotube sheets. **Journal of Hazardous Materials**. **185**,140 - 147.
- Sergio M. Pineda & Gerardo Diaz. (2011). Performance of an adiabatic cross-flow liquid-desiccant absorber inside a refrigerated warehouse. **Journal of refrigeration**. **34**,138 - 147.

ภาคผนวก (ก)

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ ก-1 เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์



ภาพที่ ก-2 วิธีการหั่นวัสดุดูดซับ



ภาพที่ ก-3 วัสดุคูดซับที่หั่น ขนาดประมาณ 2 cm



ภาพที่ ก-4 บรรจุวัสดุคูดซับในตะแกรง ชนิดละ 3 ตะแกรง



ภาพที่ ก-5 อบวัสดุดูดซับในตู้อบ



ภาพที่ ก-6 อบที่อุณหภูมิ 130 °C เป็นเวลา 5 h



ภาพที่ ก-7 บรรจุน้ำในขวด 25 ml และวัสดุดูดซับที่อยู่ในตะแกรงลงในขวด



ภาพที่ ก-8 บรรจุน้ำและวัสดุดูดซับในขวด เพื่อทำการทดลองตามช่วงเวลาที่กำหนด



ภาพที่ ก-9 ชั่งน้ำหนักน้ำและวัสดุดูดซับ เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด



ภาพที่ ก-10 บรรจุวัสดุดูดซับในฟอยล์ เพื่ออบหาความชื้นเริ่มต้น ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 72 h



ภาพที่ ก-11 เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด นำออกมาชั่งน้ำหนักทั้ง 3 ฟอยล์



ภาพที่ ก-12 นำวัสดุชุบที่ทำกรทดลองแล้วอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 72 h เพื่อหาความชื้นสุดท้าย



ภาพที่ ก-13 เครื่องชั่งแบบดิจิทัล Mettler Toledo รุ่น BP 1502 ความละเอียด 0.01 g



ภาพที่ ก-14 ตู้อบ (Oven) ยี่ห้อ memmert รุ่น Basic

ภาคผนวก(ข)

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ 1 การหาความชื้นเริ่มต้นของวัสดุดูดซับ (อบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 72 h)

วัสดุดูดซับ	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			ความชื้นเฉลี่ย (% d.b.)
	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	ความชื้น (% d.b.)	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	ความชื้น (% d.b.)	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	ความชื้น (% d.b.)	
กากมะพร้าว	10	9.7	3.1	10	9.6	4.2	10	9.6	4.2	3.8
ขี้เถ้า	15	13.9	7.9	15	14.3	4.9	15	13.7	9.5	7.4
ขี้เถ้า	10	9.6	4.2	10	9.6	4.2	10	9.6	4.2	4.2
ขี้เถ้า	50	46	8.7	50	46	8.7	50.9	45.9	8.9	8.8

ตารางที่ 2 การหาความชื้นสุดท้ายของวัสดุดูดซับ (อบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 72 h)

วัสดุดูดซับ	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 3			ความชื้นเฉลี่ย (% d.b.)
	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	ความชื้น (% d.b.)	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	ความชื้น (% d.b.)	น้ำหนักก่อนอบ (g)	น้ำหนักหลังอบ (g)	ความชื้น (% d.b.)	
กากมะพร้าว	5.5	5.2	5.8	5.9	5.6	5.4	5.7	5.1	11.8	7.7
ขี้เถ้า	10.3	9.2	11.1	10.8	9.8	10.2	10.7	9.4	13.1	11.5
ขี้เถ้า	5.1	4.6	10.9	5.1	4.7	8.5	4.6	4.2	9.5	9.6
ขี้เถ้า	58.9	46.1	27.8	59.1	46.1	28.2	59.2	46.1	28.4	28.1

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักกามะพร้าวและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลาต่าง ๆ
(อบที่อุณหภูมิ 130 °C เป็นเวลา 5 h)

วัสดุดูดซับ	เวลา (min)	น้ำหนัก (g)			น้ำหนักเฉลี่ย (g)	น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง (g)	น้ำหนัก (g)			น้ำหนักเฉลี่ย (g)	น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง (g)
		ครั้งที่					ครั้งที่				
		1	2	3			1	2	3		
กากมะพร้าว	0	4	4.4	4.3	4.2	0	48	48	48	48	0
	10	4.1	4.4	4.3	4.2	0	47.6	48	48	47.9	0.1
	20	4.2	4.5	4.5	4.4	0.2	47.4	47.9	47.8	47.7	0.3
	40	4.3	4.6	4.6	4.5	0.3	47.3	47.8	47.7	47.6	0.4
	60	4.4	4.8	4.7	4.6	0.4	47.2	47.6	47.6	47.5	0.5
	90	4.5	4.9	5	4.8	0.6	47.1	47.4	47.3	47.3	0.7
	120	4.8	5	5.1	5	0.8	46.8	47.3	47.2	47.1	0.9
	180	4.8	5.2	5.1	5	0.8	46.8	47.2	47.1	47	1
	360	4.9	5.3	5.3	5.2	1.0	46.7	47.1	46.9	46.9	1.1
	560	5.2	5.5	5.4	5.4	1.2	46.5	47	46.8	46.8	1.2

หมายเหตุ ทดลองวันที่ 16/08/54

เวลาเริ่ม 15.20 น.

เวลาสิ้นสุด 15.20 น.

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักข้งข้าวโพดและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลาต่าง ๆ
(อบที่อุณหภูมิ 130 °C เป็นเวลา 5 h)

วัสดุคูดซับ	เวลา (min)	น้ำหนักร (g)			น้ำหนักร เฉลี่ย (g)	น้ำหนักรที่ เปลี่ยนเปล่ง (g)	น้ำหนักร (g)			น้ำหนักร เฉลี่ย (g)	น้ำหนักรที่ เปลี่ยนเปล่ง (g)
		ครั้งที่					ครั้งที่				
		1	2	3			1	2	3		
ซักร ข้าวโพด	0	7.3	7.7	7.6	7.5	0	48	48	48	48	0
	10	7.5	7.8	7.7	7.7	0.2	47.7	47.8	47.7	47.8	0.2
	20	7.5	8	7.8	7.8	0.3	47.7	47.7	47.6	47.7	0.3
	40	7.6	8.1	7.9	7.9	0.4	47.6	47.7	47.5	47.6	0.4
	60	7.7	8.2	8.1	8	0.5	47.4	47.6	47.4	47.5	0.5
	90	8	8.3	8.3	8.2	0.7	47.2	47.5	47.2	47.3	0.7
	120	8.1	8.5	8.5	8.4	0.9	47	47.3	47	47.2	0.8
	180	8.2	8.7	8.6	8.5	1.0	46.8	47.1	46.9	46.9	1.1
	360	8.4	8.9	8.8	8.7	1.2	46.5	46.9	46.7	46.7	1.3
	560	8.9	9.2	9.1	9.1	1.6	46.2	46.5	46.5	46.4	1.6

หมายเหตุ ทดลองวันที่ 16/08/54

เวลาเริ่ม 15.20 น.

เวลาสิ้นสุด 15.20 น.

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักขานอ้อยและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลาต่าง ๆ
(อบที่อุณหภูมิ 130 °C เป็นเวลา 5 h)

วัสดุคูดซับ	เวลา (min)	น้ำหนักร (g)			น้ำหนักร เฉลี่ย (g)	น้ำหนักรที่ เปลี่ยนเปล่ง (g)	น้ำหนักร (g)			น้ำหนักร เฉลี่ย (g)	น้ำหนักรที่ เปลี่ยนเปล่ง (g)
		ครั้งที่					ครั้งที่				
		1	2	3			1	2	3		
ขานอ้อย	0	4.3	4.3	4.2	4.3	0	48	48	48	48	0
	10	4.5	4.4	4.4	4.4	0.1	47.9	48	47.8	47.9	0.1
	20	4.5	4.5	4.5	4.5	0.2	47.8	47.9	47.8	47.8	0.2
	40	4.8	5.4	4.6	4.9	0.6	47.5	47	47.7	47.4	0.6
	60	4.9	5.5	4.7	5	0.7	47.4	47	47.6	47.4	0.6
	90	5	5.6	4.8	5.1	0.8	47.3	47	47.5	47.3	0.7
	120	5	5.7	4.8	5.1	0.8	47.3	46.9	47.5	47.3	0.7
	180	5.3	5.8	4.9	5.2	0.9	47.3	46.8	47.5	47.2	0.8
	360	5.3	5.8	5	5.4	1.1	47.1	46.7	47.4	47.1	0.9
	560	8.9	9.2	5.3	5.5	1.2	47.1	46.7	46.8	46.9	1.1

หมายเหตุ ทดลองวันที่ 04/08/54 เวลาเริ่ม 15.20 น. เวลาสิ้นสุด 15.20 น.

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักซิลิกาและน้ำระหว่างการทดลองในช่วงเวลาต่าง ๆ
(อบที่อุณหภูมิ 130 °C เป็นเวลา 5 h)

วัสดุดูดซับ	เวลา (min)	น้ำหนัก (g)			น้ำหนักเฉลี่ย (g)	น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง (g)	น้ำหนัก (g)			น้ำหนักเฉลี่ย (g)	น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง (g)
		ครั้งที่					ครั้งที่				
		1	2	3			1	2	3		
ซิลิกา	0	45.9	46	46	46	0	48	48	48	48	0
	10	45.9	46.2	46.1	46.1	0.1	47.2	47.7	47.8	47.6	0.4
	20	46.2	46.2	46.3	46.2	0.2	47	47.7	47.6	47.4	0.6
	40	46.5	46.5	46.6	46.5	0.5	46.9	47.4	47.5	47.3	0.7
	60	46.8	46.9	47	46.9	0.9	46.6	47.1	47.2	47	1.0
	90	47.1	47.4	47.4	47.3	1.3	46.2	46.8	46.9	46.6	1.4
	120	47.7	47.7	47.8	47.7	1.7	45.7	46.3	46.3	46.1	1.9
	180	48.3	48.3	48.4	48.3	2.3	45.1	45.7	45.7	45.5	2.5
	360	49.4	49.4	49.4	49.4	3.4	43.9	44.7	44.5	44.4	3.6
	560	51	51	51.1	51	5	42.4	43.2	43.1	42.9	5.1

หมายเหตุ ทดลองวันที่ 04/08/54 เวลาเริ่ม 15.20 น. เวลาสิ้นสุด 15.20 น.