รายงานการวิจัย

เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

Spray Dryer

สำคัญ รัตนบุรี Samkhan Rattanaburi

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ.2551

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ.2551 และ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สมพร ณ นคร เป็นอย่างยิ่งที่ให้คำปรึกษาและข้อมูลเกี่ยวกับมังคุด และขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทำการวิจัยและ ยืมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ในการทำการวิจัย

ผู้วิจัย

เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

สำคัญ รัตนบุรี

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ความดันต่ำเพื่อสกัดสารเคมีจากน้ำเปลือกมังคุด จากการศึกษาพบว่าเมื่อปั๊มสุญญากาศ ทำการลดความดันภายในห้องอบแห้งลงเหลือประมาณ 0.2-0.5 ของความดันบรรยากาศซึ่งทำให้จุดเดือดของน้ำลดต่ำลงกว่า 100 องศาเซลเซียสแต่ปรากฏว่าการระเหยของน้ำเปลือกมังคุดยังน้อยอยู่ จากการศึกษาพบว่าถึงแม้จุดเดือดจะต่ำลงก็จริงแต่ในการระเหยของของเหลวนั้นจำเป็นต้องใช้ความร้อนแฝงของการการกลายเป็นไอด้วย จึงได้ดัดแปลงการวิจัยโดยพ่นน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดให้เป็นฝอยผสมกับลมร้อนอุณหภูมิช่วง 200-300 องศาเซลเซียส ที่ความดันบรรยากาศ แต่ก็ไม่สามารถสกัดสารเคมีจากเปลือกมังคุดให้มีลักษณะเป็นผงฝุ่นตามจุดประสงค์ของงานวิจัยได้ คาดว่าเกิดจาก 3 สาเหตุด้วยกันคือ

1. เครื่องเป่าลมมีกำลังน้อยเกินไป
2. เกิดการกลั่นตัวของน้ำที่อุปกรณ์ดักจับฝุ่น
3. สารสกัดจากเปลือกมังคุดมีลักษณะคล้ายยางเหนียวทำให้เป็นฝุ่นยากจึงเกาะติดเป็นแผ่นอยู่ที่ผนังห้องอบแทนการกลายเป็นฝุ่นเข้าไปอยู่ในเครื่องดักจับฝุ่น

อย่างไรก็ตามผู้วิจัยจะพยายามศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาให้ได้ผลดังจุดมุ่งหมายต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ:เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย, มังคุด

Spray Dryer

Samkhan Rattanaburi

Abstract

The purpose of this research was to produce a spray drier at low pressure for extracting mangosteen peels. To create a vacuum, the dry room pressure was reduced to 2.0-0.5 atm which made the boiling point was lower than 100 C; however, the heat of transformation of the mangosteen was still little. The boiling point was lower despite the fact that the latent heat was needed to evaporate. Consequently, water was sprayed with hot air, 200-300 C at 1 atm. However, the mangosteen peels could not have been eaxtracted to be powder. It might have been caused of 3 things as:

1. The drier was less power.
2. There was the condensation at the dust filter.
3. The mangosteen extract was so sticky that it could not be made to be powder; moreover, it hold on tightly to the dust filter.

Nevertheless, it is important that we will improve this research for a remarkable achievement.

Keywords: Spray Dryer, mangosteen

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
สารบัญ	ง
สารบันภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2.เนื้อเรื่อง(Main Body) และข้อวิจารณ์(Discussion)	3
บทที่ 3.สรุป(Conclusion)	22
เอกสารอ้างอิง	23

สารบัญภาพ

ภาพ **หน้า**

ภาพที่ 1 ไฮโดรไซโคลน 5
ภาพที่ 2 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่ เปลี่ยนแปลงตามเวลา 6
ภาพที่ 3 โครงสร้างเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ความดันต่ำ 9
ภาพที่ 4 ถังบรรจุสารละลาย 10
ภาพที่ 5 ห้องอบ 11
ภาพที่ 6 หัวสเปรย์ 12
ภาพที่ 7 ปั๊มลมอัดความดันไปยังถังบรรจุสารละลาย 12
ภาพที่ 8 ปั๊มสุญญากาศ 13
ภาพที่ 9 ชุดควบคุมความดันต่ำ 13
ภาพที่ 10 แหล่งจ่ายไฟ 14
ภาพที่ 11 เปลือกมังคุดหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆตากให้แห้ง 15
ภาพที่ 12 เปลือกมังคุดต้มประมาณ 20 นาทีแล้วกลองด้วยผ้าสะอาด 15
ภาพที่ 13 เครื่องอบแห้งที่มีตัวให้ความร้อนและไฮโดรไซโคลน 16
ภาพที่ 14พัดลมเป่า 17
ภาพที่ 15 ตัวให้ความร้อน 17
ภาพที่ 16 ชุดควบคุมอุณหภูมิ 18
ภาพที่ 17 ชุดดักจับฝุ่นไฮโดรไซโคลน 18
ภาพที่ 18 ห้องอบ 19
ภาพที่ 19 ถังบรรจุสารละลายขนาดเล็ก 20

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

มังคุด **ชื่อวิทยาศาสตร์** *Garcinia mangostana* L. **ชื่อวงศ์** Guttiferae **ชื่ออังกฤษ** Mangosteen มังคุดเจริญเติบโตได้ดีในเขตความร้อนชื้น มีปริมาณน้ำฝนสม่ำช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสม 25-30 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 1,270 มิลลิเมตรต่อปี ระดับความสูงใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลจนถึง 70 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลสภาพดินอุดมสมบูรณ์ด้วยอินทรียวัตถุ ดินร่วนไม่แน่นทึบ มี pH ระหว่าง 5.0-6.0

จากการตรวจสอบเอกสารพบว่าสารสกัดน้ำต้มเปลือกผลมังคุดมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุอาการท้องเสีย การเกิดหนอง สารสกัดน้ำต้มจากเปลือกผลความเข้มข้น 62.5 – 500 มก./มล. มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย Mangostin จากผลมังคุดมีผลรักษาแผลในหนูขาวได้ ครีม ที่ประกอบด้วยสารสกัดจากมังคุด มีคุณสมบัติใช้ในการรักษาแผล แผลติดเชื้ออักเสบและแผลในผู้ป่วยเบาหวาน

ปัจจุบันวงการเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้ให้ความสนใจนำสารสกัดจากเปลือกมังคุดไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น สบู่เปลือกมังคุด ที่ช่วยดับกลิ่นเต่า ช่วยบรรเทาโรคผิวหนัง รักษาสิวฝ้า ซึ่งใช้ได้ผลดีและเป็นที่นิยมของผู้บริโภค เมื่อได้ลิ้มรสของเนื้อในของมังคุดอย่างอิ่มเอมแล้วก็อย่าได้ทิ้งขว้างเปลือกมังคุดให้เป็นขยะเน่าเหม็นโดยเปล่าประโยชน์เลย เปลือกมังคุดยังมีสรรพคุณในการสมานแผล ช่วยให้แผลหาเร็ว เช่นใช้รักษาบาดแผลผุพอง แผลเน่าเปื่อย แผลเป็นหนอง โดยการใช้เปลือกมังคุดฝนกับน้ำปูนใสทาบริเวณแผล น้ำต้มเปลือกมังคุดแห้งต้มน้ำล้างแผลใช้แทนการด้วยน้ำยาล้างแผลหรือด่างทับทิมได้ด้วย

เพราะเปลือกมังคุดนี้มีสารแทนนิน (Tannin) และสารแซนโทน (Xanthone) ที่มีชื่อเรียกเฉพาะชื่อเดียวกับมังคุดว่า สารแมงโกสติน (mangostin) สารแทนนินมีฤทธิ์สมานแผลช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น สารแมงโกสตินมีฤทธิ์ช่วยลดอาการอักเสบ และต้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดหนอง สารแซนโทนในเปลือกมังคุดยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนังและกลากได้อีกด้วย

อย่างไรก็ตามการสกัดสารเคมีจากน้ำต้มเปลือกผลมังคุดยังต้องใช้ต้นทุนสูงเพราะต้องสั่งซื้อเครื่องมือจากต่างประเทศ การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะสร้างเครื่องสกัดสารเคมีจากน้ำต้มเปลือกผลมังคุด โดยการอบแห้งแบบพ่นฝอย ให้ใช้งานได้เหมือนของต่างประเทศโดยที่พัฒนาองความรู้ด้วยคนไทยเอง

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง(Literature review)

1.2.1 การทำงานของ spray dryer เบื้องต้น *(สุเมธ บุญเกิด วิจัยอุตสาหกรรมเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ)*

ในปัจจุบันนี้ ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่นิยมใช้ต้องอยู่ในภาพที่พร้อมจะใช้งานได้เลย โดยผ่านขั้นตอนอื่นก่อนน้อยที่สุดหรืออยู่ในภาพที่สามารถจะเก็บรักษาง่ายและนานขึ้น ที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้จะอยู่ในรูปของของแห้งเช่น นมผง ไข่ผง อาหารเด็ก เนื้อวัวสกัด โปรตีน ผลิตภัณฑ์ยา เช่น ยาสมุนไพร ผงอุตสาหกรรมเคมี เช่น การผลิตเกลือของแมกนีเซียม ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้อย่างหนึ่งคือ spray dryer กระบวนการของ spray dryer เริ่มจาก อากาศจะถูกดูดผ่าน filter และผ่านตัวให้ความร้อน จากนั้นจึงเข้าสู่ห้องอบแห้ง (drying chamber) ส่วนวัตถุดิบที่ใช้ spray (feed) ควรมีลักษณะเหลว จากนั้นสารละลายของเหลวจะถูกดูดโดยปั๊มผ่านอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดละอองฝอยภายในห้องอบและจุดสัมผัสกับอากาศร้อนทำให้เกิดการระเหยของน้ำอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกเล็กน้อย จะได้ผงผลิตภัณฑ์ที่ตกลงสู่ด้านล่างของ drying chamber และผงบางส่วนที่หลุดมากับอากาศจะถูกแยกโดยใช้ cyclone จนได้ ผลิตภัณฑ์สุดท้ายในกระบวนการอบด้วย spray dryer นั้นประกอบด้วย 4 กระบวนการ คือ

1. การทำให้ feed กระจายตัวเป็นละออง (Atomization of feed)

กระบวนนี้ทำให้ feed เป็นละอองโดยใช้ atomizer ซึ่งถือว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของ spray dryer โดยลักษณะของ atomizer มี 3 ชนิด คือ

1.1 Rotary Atomizer

atomizer ชนิดนี้ feed จะไหลลงบนจานหมุน ซึ่งใกล้กับจุดศูนย์กลางโดยจานหมุนจะมีความเร็วรอบสูงประมาณ 5,000-10,000 รอบต่อนาที และ feed จะถูกเหวี่ยงออกด้านข้างกระจายเป็นละอองโดยขนาดเฉลี่ย 30-120 mm ซึ่งขนาดเฉลี่ยนี้จะแปรผันโดยตรงกับอัตราการไหลของ feed ความหนืดและแปรผกผันกับอัตราการหมุนและเส้นผ่านศูนย์กลางของจานหมุน

1.2 Pressure Nozzles

วิธีนี้ feed จะไหลผ่าน orifice ภายใต้ ความดันสูง ทำให้ของเหลวที่ออกมาจากหัวฉีดเป็นฝอยโดยไม่ใช้อากาศ อนุภาคที่ได้จะมีขนาดเฉลี่ย 120-250 mm โดยขนาดอนุภาคจะแปรผันโดยตรงกับอัตราการไหลของ feed ความหนืด และแปรผกผันกับความดัน

1.3 Two-fluid Nozzle (Pneumatic Nozzle)

อุปกรณ์ชนิดนี้ feed และอากาศจะไหลผ่านหัวของ nozzle ซึ่งจะทำให้ feed แตกเป็นละอองฝอยเนื่องจากการไหลผ่านของอากาศด้วยความเร็วสูงภายใน nozzle การปรับอัตราการไหลของอากาศจะช่วยในการกระจายเป็นละอองของ feed วิธีนี้นิยมใช้กับ feed ที่มีความหนืดสูง อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีค่าดำเนินการที่สูงและให้ผลผลิตที่ต่ำ

2. การสัมผัสของละอองฝอยกับอากาศ โดยพิจารณาจากตำแหน่งของ atomizer กับอากาศแห้ง ขาเข้าโดยจะแบ่งเป็น

-การไหลผ่านทางเดียวกัน (co-current flow)

-การไหลผ่านสวนทางกัน (counter-current flow)

-การไหลผ่านแบบผสม (mixed flow)

3. การระเหยของละอองฝอย

เมื่อละอองสัมผัสกับอากาศแห้งร้อน จะเกิดการระเหยชั้นไออิ่มตัวบริเวณผิวของละออง อย่างรวดเร็ว โดยจะมีอุณหภูมิที่ผิวละอองที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอุณหภูมิอากาศแห้งจะแพร่สู่ผิวหนังซึ่งอยู่ในสภาวะอิ่มตัว ช่วงนี้จึงเป็นช่วงที่อัตราระเหยคงที่ จนกระทั่งความชื้นต่ำไม่มีการแพร่สู่ผิวหน้า ทำให้เกิดชั้นแห้งหนาขึ้นตามเวลา ช่วงนี้อัตราการระเหยจะลดลง

4. ขั้นตอนการแยกผลิตภัณฑ์แห้งจากอากาศ

การแยกผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอากาศนั้น โดยทั่วไปนิยมใช้ cyclone เป็นตัวเก็บผลผลิตภัณฑ์ที่ตกลงสู่ด้านล่างอง cyclone ส่วนลมที่ออกจากด้านบนของ cyclone จะผ่านไปยังตัวเก็บขั้นสุดท้ายทั้งนี้อาจเป็น wet scrubber หรือ bag filter หรือ electrostatic precipitator ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณผง ที่มีและประสิทธิภาพการนำกลับมาการปรับเปลี่ยนตัวแปรทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการ โดยตัวแปรเหล่านั้น คือ

1. ลักษณะของ feed โดยถ้า feed มีความหนืดสูง (หรือผลจากการลดลงของอุณหภูมิของ feed) ทำให้ได้ละอองที่มีขนาดใหญ่ขึ้นที่สภาวะของ atomizer เดียวกัน (ถ้ามีความหนืดมาก จะทำให้ มีลักษณะคล้ายเส้นด้าย)

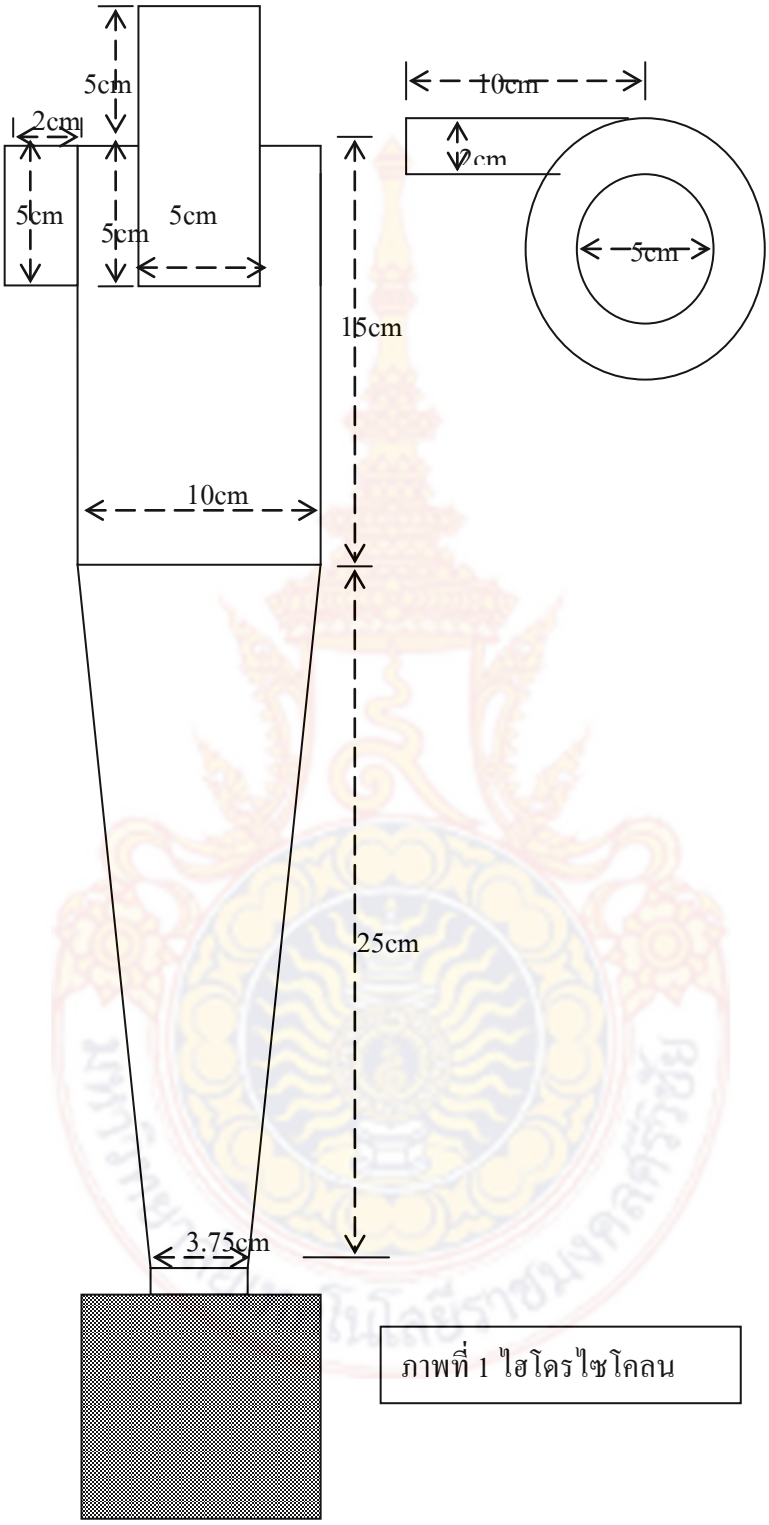
2. อัตราการไหลของ feed โดยที่ถ้าอัตราการไหลของ feed สูงขึ้นทำให้ได้ละอองที่หยาบขึ้น

3. อัตราไหลของอากาศที่ลดลงทำให้เวลา ที่ละอองอยู่ใน drying chamber นานขึ้นและจะสัมผัสกับอากาศร้อนนาน จึงมีการนำความชื้นออก ได้มากขึ้น

4. อุณหภูมิอากาศขาเข้า การเพิ่มอุณหภูมิ ขาเข้าทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการระเหย และทำให้ bulk density ลดลง เนื่องจากเกิดความพรุนและ มีการแตกหักของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิอากาศขาออก การปรับอัตราไหลของ feed มีผลต่ออุณหภูมิขาออก ถ้าอัตราการไหลของ feed สูงขึ้นทำให้อุณหภูมิขาออกลดลง และ จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูง จะเกาะอยู่บริเวณผนังของ drying chamber ได้

1.2.2 เครื่องแยกฝุ่นไฮโดรไซโคลน (ไซโคลน Cyclone Separator)

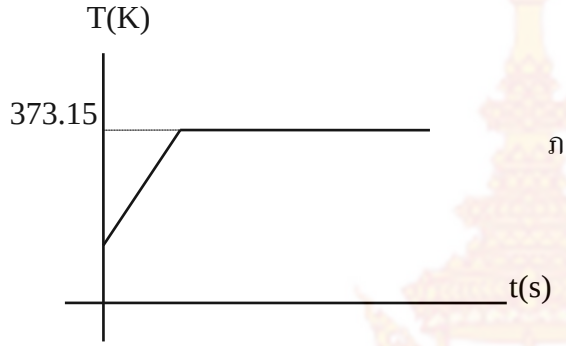
เป็นอุปกรณ์สำหรับดักอนุภาคเล็ก ๆ ที่แขวนลอยกับอากาศใช้ประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์ของเครื่องอบแบบพ่นฝอย เป็นตัวดักฝุ่นในโรงไฟฟ้าไซโคลนมีโครงสร้างทีค่อนข้างง่ายสามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิและความดันสูง ช่วงใช้งานในการแยกเก็บอนุภาค Dp อนุภาคเล็กสุดที่แยกออกโดยใช้ไซโคลนได้เรียกว่า ขนาดวิกฤต (critical separation size) เป็นดัชนีตัวหนึ่งที่บอกประสิทธิภาพของไซโคลนโดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 5 ~ 10 ไมครอน จากรูป โครงสร้างของไซโคลนประกอบด้วย ช่องทางเข้า ส่วนทรงกระบอก ส่วนทรงกรวย และท่อทางออกรวมสี่ส่วน ที่ด้านล่างของส่วนทรงกรวย ติดตั้งกล่องปิดมิดชิดเก็บผลิตภัณฑ์ที่ดักไว้ได้ มิติมาตรฐาน ตามภาพที่ 1 โดยสามมารถปรับขนาดให้ใหญ่หรือเล็กตามความต้องการแต่อัตราส่วนยังคงเดิมก๊าซจะไหลเข้าไซโคลนด้วยความเร็ว 10 ~ 20 m/s ที่ช่องทางเข้าแล้วสร้างสนามแรงหนีศูนย์กลางขึ้นขณะที่ไหลวนในส่วนทรงกระบอก และส่วนทรงกรวย การเคลื่อนที่แบบเป็นเกลียวของของไหลทำให้เกิดผลลัพธ์เป็นแรงดึงเข้าในแนวรัศมีต่ออนุภาคของแข็ง ขณะเดียวกันแรงโน้มถ่วงของโลกจะดึงลงล่างผลรวมของแรงเหล่านี้ทำให้อากาศที่มีอนุภาคถูกเหวี่ยงไปติดขอบไซโคลน อากาศซึ่งปลอดจากฝุ่นหมุนย้อนกลับขึ้นไปด้านบนทางตอนกลางของทรงกระบอก ความเร็วในแนวสัมผัสทำให้แรงที่กระทำต่ออนุภาคมีค่าสูงกว่าแรงดึงดูดของโลก ดังนั้นไซโคลนจึงสามารถแยกอนุภาคได้เร็ว และด้วยประสิทธิภาพสูงกว่า gravitational settling chamber โดยเฉพาะเมื่ออนุภาคมีขนาดเล็ก ๆ เช่น ไม่กี่ไมครอน โดยปกติเมื่ออนุภาคของแข็งเล็กมาก ๆ พลังงานที่ได้จากความเร็วในแนวสัมผัสไม่สามารถเอาชนะแรง centripetal force ของอากาศที่หมุน และการแยกฝุ่นก็ไม่สำเร็จ หรือหมายความว่า ฝุ่นหลุดติดไปกับอากาศที่ออกสู่ด้านบนของไซโคลน(ลักษณะของไฮโดรไซโคลนดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ไฮโดรไซโคลน

1.2.3 ความจุความร้อน ความร้อนจำเพาะ และความร้อนแฝง

การถ่ายโอนความร้อนระหว่างระบบและสิ่งแวดล้อม เมื่ออุณหภูมิของระบบและสิ่งแวดล้อมแตกต่างกัน เกิดอะไรขึ้นเกี่ยวกับอุณหภูมิของระบบ ถ้าสิ่งแวดล้อมให้ความร้อนแก่ระบบ ด้วยประสบการณ์ของเราบอกได้ว่าอุณหภูมิของระบบเพิ่มขึ้น เช่น สมมุติว่าเราสามารถวัดอุณหภูมิของน้ำในกาน้ำร้อน ที่วางบนเตาไฟ กราฟแสดงอุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ดัง



ภาพที่ 2 แสดงอุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

ภาพที่ 2 ความร้อนจะถ่ายโอน จากเตาไฟสู่น้ำ อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม เมื่อน้ำเดือด อุณหภูมิจะคงที่ โดยเรายังคงให้ความร้อนตลอดเวลา ในกรณีแรกความร้อนที่ให้แก่น้ำทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ในกรณีที่สองความร้อนที่ให้แก่น้ำให้น้ำเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอ โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงที่เป็นเช่นนี้เพราะความร้อนที่เราให้แก่น้ำ จะนำไปใช้สลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เพื่อให้โมเลกุลแยกห่างจากกันเป็นผลให้น้ำเปลี่ยนสถานะของเหลวเป็นไอ

ความจุความร้อน (Heat Capacity)

ความจุความร้อน (C) ของวัตถุเป็นค่าคงที่ของการแปรผันระหว่างความร้อนที่ให้แก่วัตถุ (Q) และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของวัตถุ ดังนั้น

$$Q = C\,\Delta T = Cm(T_f - T_i) \qquad (1)$$

ซึ่ง T_i และ T_f เป็นอุณหภูมิตอนต้นและตอนปลายของวัตถุ ความจุความร้อน C มีหน่วยเป็นจูลต่อเคลวิน (J/K)

ความจุความร้อนจำเพาะ (Specific heat)

วัตถุสองอันที่ทำจากวัสดุเดียวกัน จะมีความจุความร้อนเป็นสัดส่วนกับมวลของมัน เราจึงนิยามความจุความร้อนต่อมวลหนึ่งหน่วย เรียกว่า ความจุความร้อนจำเพาะ (c) จากสมการที่ (1) จะได้ว่า

$$Q = cm\Delta T = cm(T_f - T_i) \qquad (2)$$

หรือ $$c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{Q}{m(T_f - T_i)} \qquad (3)$$

เมื่อ c เป็นความจุความร้อนจำเพาะนิยมใช้ หน่วย cal/g^{o}C ในหน่วยเอสไอ มีหน่วยเป็นจูลต่อกิโลกรัมต่อเคลวิน (J/kgK) และ m เป็นมวลของวัตถุ ตัวอย่างเช่น ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ

$$c = 1 \text{ cal/g}^o\text{C}$$

$$= 4190 \text{ J/kgK}$$

เมื่อ 1 cal = 4.19 J

ความจุความร้อนโมลาร์ (Molar Specific Heat) ในหลาย ๆปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่สะดวกที่สุดสำหรับความจุความร้อนจำเพาะใช้มวลในหน่วยโมล

1 โมล = 6.02×10^{23} อนุภาค

เช่นหนึ่งโมล ของอะลูมิเนียมคือ 6.02×10^{23} อะตอมหนึ่งโมลของทองแดง คือ 6.02×10^{23} อะตอม

ความร้อนแฝง (Heats of Transformation)

เมื่อของแข็งหรือของเหลวดูดกลืนความร้อน อุณหภูมิสสาร ไม่จำเป็นต้องเพิ่มเสมอไป เช่น ช่วงที่สสารเปลี่ยนสถานะ (สสารมี 3 สถานะคือ ของแข็ง, ของเหลวและก๊าซ) จากสถานะหนึ่งไปสู่อีกสถานะหนึ่ง เช่น น้ำแข็งหลอมเหลวกลายเป็นน้ำ น้ำเดือดกลายเป็นไอ การดูดกลืนความร้อนในกรณีนี้ อุณหภูมิของสสารไม่เปลี่ยนปริมาณความร้อนต่อหนึ่งหน่วยมวลที่สสารใช้ในการเปลี่ยนสถานะ เรียกความร้อนแฝง(L) เช่น วัตถุมวล m จะต้องใช้ปริมาณความร้อน Q ในการเปลี่ยนสถานะ

$$Q = Lm \qquad (4)$$

เมื่อสสารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นก๊าซ (สสารจะดูดกลืนความร้อน) หรือ จากสถานะก๊าซเป็นของเหลว (สสารคายความร้อน) ความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะ กรณีทั้งสองเรียกความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ(L_V) สำหรับน้ำที่จุดเดือด หรือจุดควบแน่น ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ คือ

L_V = 539 cal/g = 40.7 KJ/mol

= 2260 KJ/kg

เมื่อสสารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว (สสารดูดกลืนความร้อน) หรือจากสถานะของเหลวเป็นของแข็ง (สสารจะคายความร้อน) ความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะทั้งสองกรณีเท่ากัน เรียกความร้อนแฝงของการหลอมเหลว (L_F) สำหรับน้ำที่จุดเยือกแข็งและจุดหลอมเหลว ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว คือ

L_F = 79.5 cal/g = 600 KJ/mol

= 333 KJ/kg

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

น้ำต้มจากเปลือกมังคุดเป็นสารละลายที่มีปริมาณความเข้มข้นไม่แน่นอน การนำสารเคมีต่าง ๆ ออกจากสารละลายดังกล่าวโดยมีคุณสมบัติทางเคมีเภสัชที่ดี สะอาดถูกสุขลักษณะ จึงมีความจำเป็น

การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยสำหรับสกัดสารเคมีที่อยู่ในรูปสารละลายเปลือกมังคุด โดยระเหยตัวทำละลายออกให้เหลือเฉพาะสารเคมีอยู่ในรูปของผงฝุ่น เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้สะดวก

1.4 แนวความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้นด้วยการสร้างมูลค่าเพิ่มจากเปลือกมังคุดซึ่งปกติจะเป็นขยะไม่มีค่า ให้เป็นยาสมุนไพรที่มีค่ามีราคาและเป็นที่กำลังต้องการของตลาด

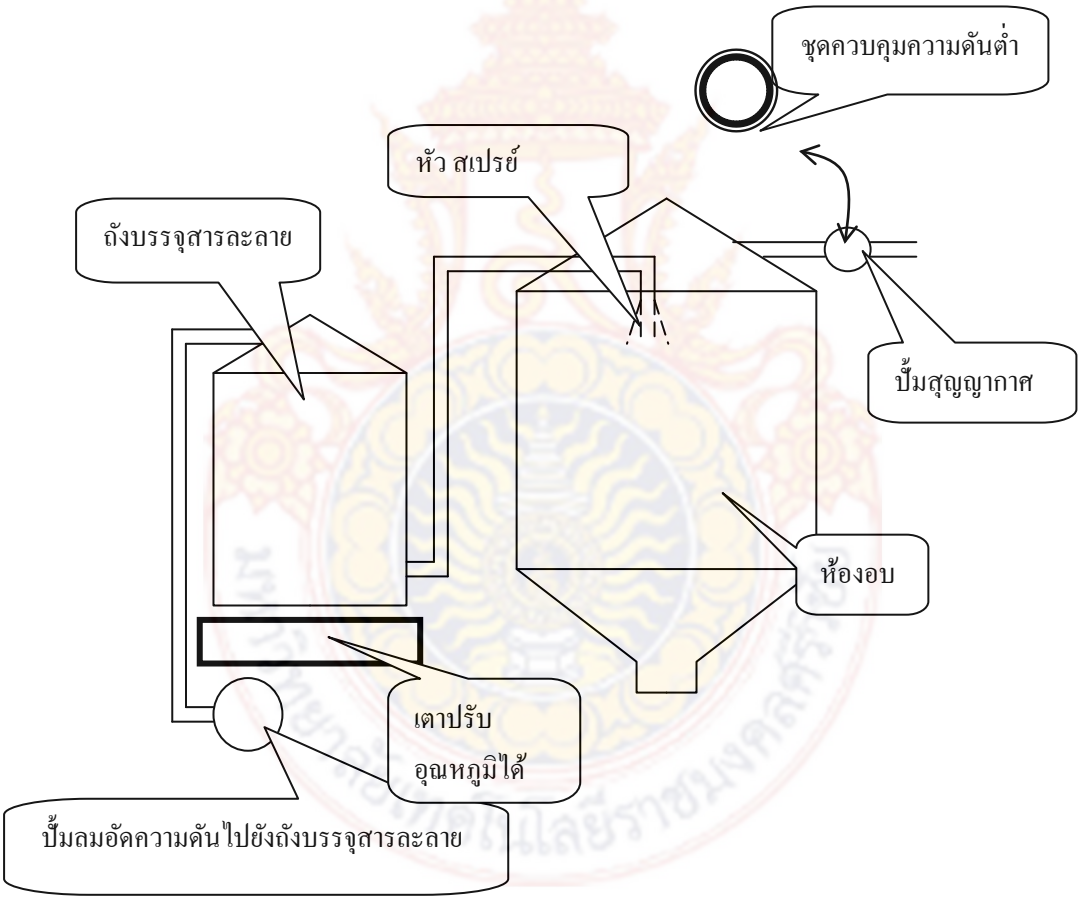
บทที่ 2
เนื้อเรื่อง(Main Body) และข้อวิจารณ์(Discussion)

2.1วิธีดำเนินการวิจัย

2.1.1 ศึกษาข้อมูล โดยศึกหาความรู้ด้านอุณหพลศาสตร์ เช่น ความจุความร้อนจำเพาะ ความร้อนแฝงจุดเดือด ศึกษาการอบแห้งแบบพ่นฝอย ศึกษาการแยกสารด้วยวิธีไฮโดรไซโคลน ระบบควบคุมอัตโนมัติ การถ่านโอนความร้อนและการพ่นฝอยด้วยหัวฉีดแบบต่างต่างๆ

2.1.2.ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

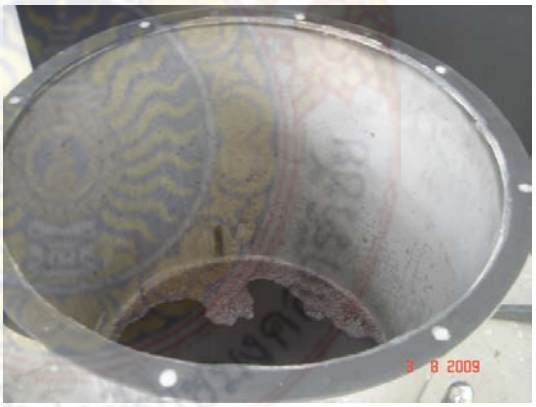
2.1.2.1 ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ความดันต่ำซึ่งลักษณะดังภาพที่3



ภาพที่ 3 โครงสร้างเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ความดันต่ำ

2.1.2.2 ภาพเครื่องมือที่ใช้ทดลองจริง

1. ถังบรรจุสารละลาย



ภาพที่ 4 ถังบรรจุสารละลาย

2.ห้องอบ

ภาพที่ 5 ห้องอบ

3. หัวสเปรย์

ภาพที่ 6 หัวสเปรย์

4.ปั๊มลมอัดความดันไปยังถังบรรจุสารละลาย

ภาพที่ 7 ปั๊มลมอัดความดันไปยังถังบรรจุสารละลาย

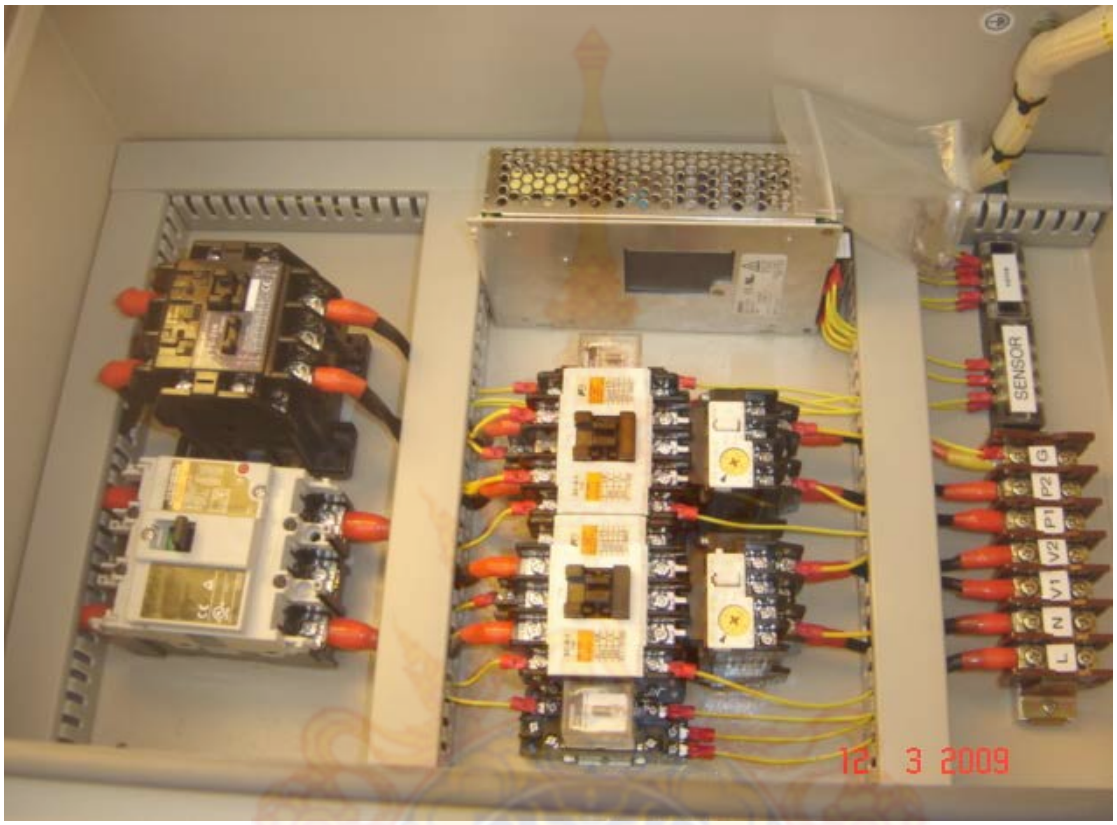
5.ปั๊มสุญญากาศ

ภาพที่ 8 ปั๊มสุญญากาศ

6. ชุดควบคุมความดันต่ำ

ภาพที่ 9 ชุดควบคุมความดันต่ำ

7. แหล่งจ่ายไฟ



ภาพที่ 10 แหล่งจ่ายไฟ

2.1.2.3 การเตรียมสารละลายเปลือกมังคุด

1. นำเปลือกมังคุดหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆตากให้แห้ง

รูปที่ 11 เปลือกมังคุดหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆตากให้แห้ง

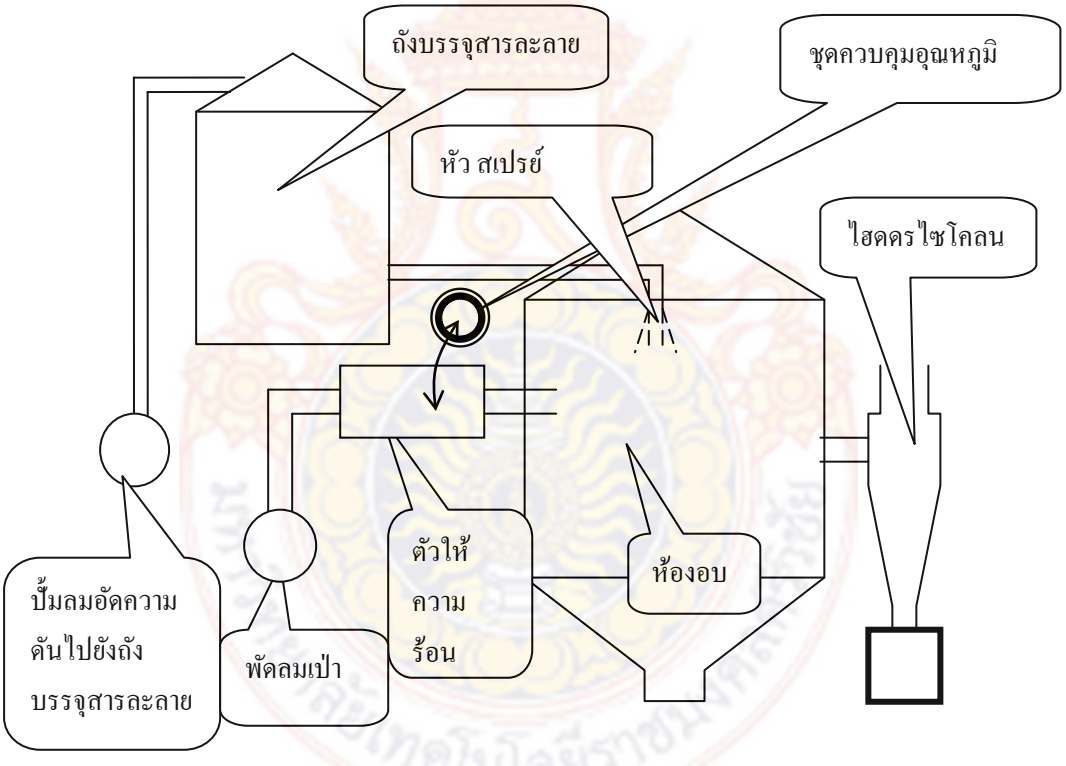
2. นำเปลือกมังคุดต้มประมาณ 20 นาที่แล้วกลองด้วยผ้าสะอาด

รูปที่ 12 เปลือกมังคุดต้มประมาณ 20 นาที่แล้วกลองด้วยผ้าสะอาด

2.1.3ทดลองใช้และพัฒนา

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อสกัดสารเคมีจากน้ำเปลือกมังคุดจากการศึกษาพบว่าเมื่อปั๊ม สุญญากาศ ทำการลดความดันภายในห้องอบแห้งลงเหลือประมาณ 0.2-0.5 ของความดันบรรยากาศซึ่งทำให้จุดเดือดของน้ำลดต่ำลงกว่า 100 องศาเซลเซียส แต่ปรากฏว่าการระเหยของน้ำเปลือกมังคุดยังน้อยอยู่จากการศึกษาพบว่าถึงแม้นจุดเดือดจะต่ำลงก็จริงแต่ในการระเหยของของเหลวนั้นจำเป็นต้องใช้ความร้อนแฝงของการการกลายเป็นไอด้วย จึงได้ดัดแปลงการวิจัยโดยพ่นน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดให้เป็นฝอยผสมกับลมร้อนอุณหภูมิช่วง 200-300 องศาเซลเซียส ที่ความดันบรรยากาศ ซึ่งมีลักษณะเครื่องมือดังภาพที่ 12

2.1.3.1 พัฒนาเครื่องมือให้มีแหล่งให้ความร้อนและตัวเก็บฝุ่นไฮโดรไซโคลนซึ่งมีลักษณะเครื่องมือดังภาพที่ 13



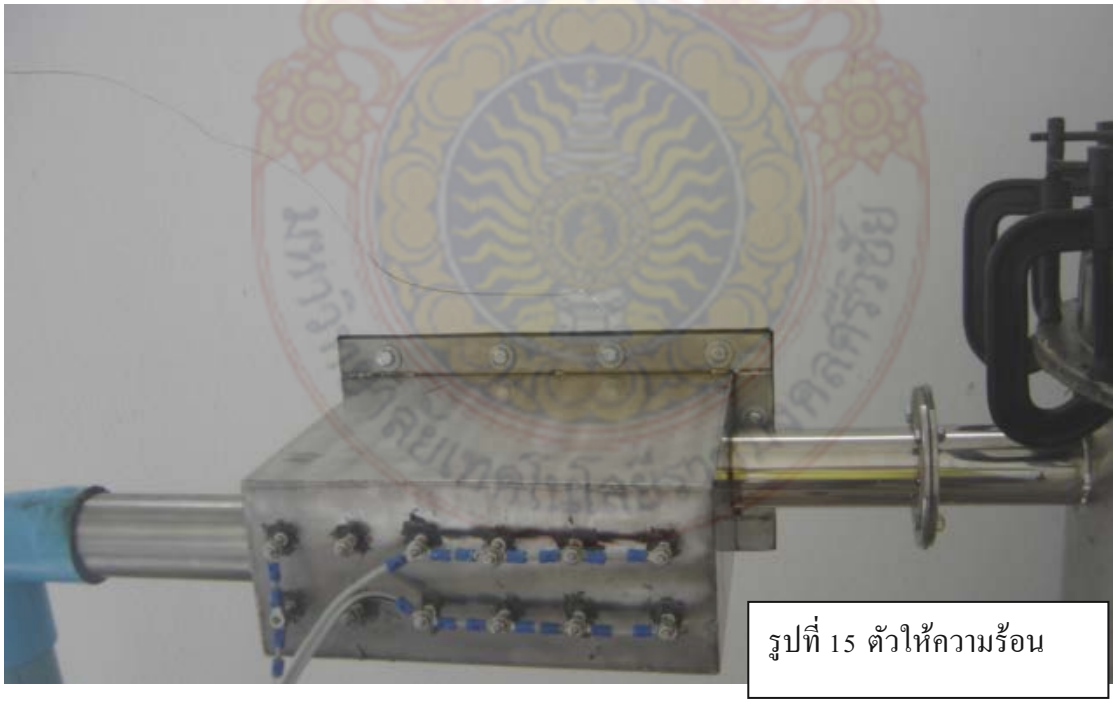
รูปที่ 13เครื่องอบแห้งที่มีตัวให้ความร้อนและไฮโดรไซโคลน

2.1.3.2 ลักษณะเครื่องมือจริง

1.พัดลมเป่าอากาศ

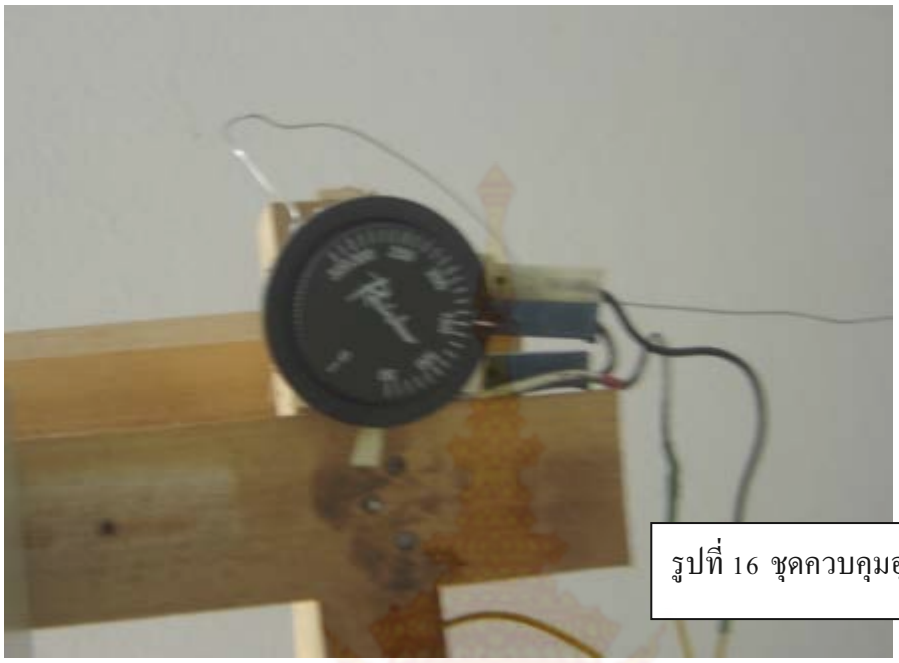
รูปที่ 14 พัดลมเป่า

2.แห่งให้ความร้อน 4800 วัตต์



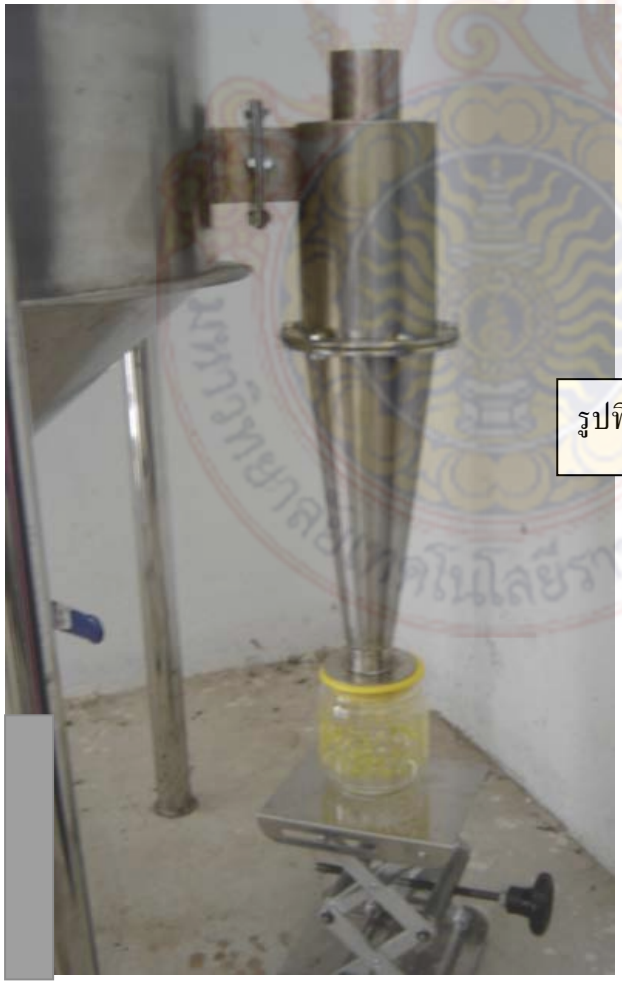
รูปที่ 15 ตัวให้ความร้อน

3.ชุดควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 16 ชุดควบคุมอุณหภูมิ

4.ชุดดักจับฝุ่นไฮโดรไซโคลน



รูปที่ 17 ชุดดักจับฝุ่นไฮโดรไซโคลน

5.ห้องอบ

ภายในห้องอบสร้างเป็นลักษณะ 2 ชั้นเพื่อลดการเสียความร้อน

รูปที่ 18 ห้องอบ

6.ถังบรรจุสารละลายขนาดเล็ก

รูปที่ 19 ถังบรรจุสารละลายขนาดเล็ก

2.2 ข้อวิจารณ์(Discussion)ผลการวิจัยที่ได้ทั้งหมด

2.2.1 ผลจากการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ความดันต่ำ

จากการศึกษาพบว่าเมื่อลดความดันในห้องอบให้ต่ำลงเหลือประมาณ 0.2-0.5 เท่าของความดันบรรยากาศ ซึ่งตามทฤษฎีแล้วจุดเดือดลดลงต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียสอย่างไรก็ตามเมื่อสเปรย์น้ำเปลือกมังคุดให้เป็นฝอยที่อุณหภูมิต่าง ๆ ตั้งแต่ 40-90 องศาเซลเซียสแต่ปรากฏว่าไม่เกิดการแห้งและได้ผงฝุ่นตามจุดประสงค์ของการทดลอง เมื่อมาพิจารณาดูตามหลักระเหยของน้ำการที่น้ำจะกลายเป็นไอนั้นจำเป็นต้องมีแหล่งความร้อนป้อนให้ห้องอบเพื่อเป็นความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ อย่างไรก็ตามถ้าเพิ่มแหล่งให้ความร้อนดังกล่าวก็จะเกิดไอน้ำขึ้นมากมาย ทำให้ปั๊มสุญญากาศเสียหายได้ ถ้าจะทำการทดลองให้ได้ผลจริงต้องสร้างตู้เย็นเพื่อดักจับไอน้ำก่อนที่ไอน้ำจำเข้าไปสู่ปั๊มสุญญากาศ แต่ด้วยข้อจำกัดของเวลาและงบประมาณจึงไม่สามารถทำได้

2.2.2 ผลจากการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ใช้แหล่งให้ความร้อนและตัวเก็บฝุ่นไฮโดรไซโคลน

เมื่อไม่สามารถอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ความดันต่ำได้ ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงการวิจัยมาทำการทดลองที่ความดัน บรรยากาศ โดยเป่าอากาศเข้าไปในห้องอบโดยผ่านตัวให้ความร้อน(Heater) ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างตัวให้ความร้อนขนาด 4800 วัตต์ และ สามารถปรับอุณหภูมิของลมร้อนที่เป่าเข้าภายในห้องอบในช่วง 50-350 องศาเซียส

เมื่อทำการทดลอง สเปรย์น้ำสกัดจากเปลือกมังคุดในอัตรา 300 CCต่อนาที ช่วงอุณหภูมิของลมร้อน ตั้งแต่ 50-200 องศาเซลเซียสก็ไม่ทำให้เกิดผงฝุ่นแต่อย่างใด แต่เมื่อปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นประมาณ 250 องศาก็มีผงฝุ่นบาง ๆ เกาะที่ผนังด้านภาชนะรองรับฝุ่นด้านล่างของไฮโดรไซโคลน แต่น้ำมังคุดส่วนใหญ่ก็ยังเป็นของเหลวและตกอยู่ด้านล้างของห้องอบ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอีกประมาณ 300 องศาปรากฏว่าอัตราการกลายเป็นไอเพิ่มขึ้น เมื่อไอน้ำและผงฝุ่นไหลเข้าสู่ไฮโดรไซโคลนแทนที่ไอน้ำและผงฝุ่นจะแยกออกจากกันด้วยหลักการของแรงหนีศูนย์กลางและแรงโน้มถ่วงปรากฏว่าเมื่อไอน้ำพบกับผนังของไฮโดรไซโคลนซึ่ง อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำเกิดกลั่นตัวเป็นของเหลวอีครั้งจึงไม่สามารถสกัดสารเคมีจากเปลือกมังคุดให้มีลักษณะเป็นผงฝุ่นตามจุดประสงค์ของงานวิจัยได้

บทที่ 3
สรุป(Conclusion)

3.1เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ความดันต่ำ

จากการศึกษาพบว่าเมื่อลดความดันในห้องอบให้ต่ำลงเหลือประมาณ 0.2-0.5 เท่าของความดันบรรยากาศ แต่ปรากฏว่าไม่เกิดการแห้งและได้ผงฝุ่นตามจุดประสงค์ของการทดลอง เมื่อมาพิจารณาดูตามหลักระเหยของน้ำการที่น้ำจะกลายเป็นไอนั้นจำเป็นต้องมีแหล่งความร้อนป้อนให้ห้องอบเพื่อเป็นความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ อย่างไรก็ตามถ้าเพิ่มแหล่งให้ความร้อนดังกล่าวก็จะเกิดไอน้ำขึ้นมากมาย ทำให้ปั๊มสุญญากาศเสียหายได้ ถ้าจะทำการทดลองให้ได้ผลจริงต้องสร้างตู้เย็นเพื่อดักจับไอน้ำก่อนที่ไอน้ำจำเข้าไปสู่ปั๊มสุญญากาศ และปั๊มสุญญากาศ ต้องมีขนาดใหญ่มาก แต่ด้วยข้อจำกัดของเวลาและงบประมาณจึงไม่สามารถทำได้

3.2การอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ใช้แหล่งให้ความร้อนและตัวเก็บฝุ่นไฮโดรไซโคลน

ผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงการวิจัยมาทำการทดลองที่ความดัน บรรยากาศ โดยเป่าอากาศเข้าไปในห้องอบโดยผ่านตัวให้ความร้อน(Heater) และ สามารถปรับอุณหภูมิของลมร้อนที่เป่าเข้าภายในห้องอบในช่วง 50-350 องศาเซียส

เมื่อทำการทดลอง สเปรย์น้ำสกัดจากเปลือกมังคุดในช่วงอุณหภูมิของลมร้อน ตั้งแต่ 50-200 องศาเซลเซียสก็ไม่ทำให้เกิดผงฝุ่นแต่อย่างใด แต่เมื่อปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น ประมาณ 250 องศาก็มีผงฝุ่นบาง ๆ เกาะที่ผนังด้านภาชนะรองรับฝุ่นด้านล่างของไฮโดรไซโคลน แต่น้ำมังคุดส่วนใหญ่ก็ยังเป็นของเหลวและตกอยู่ด้านล้างของห้องอบ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นอีกประมาณ 300 องศา ปรากฏว่าอัตราการกลายเป็นไอเพิ่มขึ้น เมื่อไอน้ำและผงฝุ่นไหลเข้าสู่ไฮโดรไซโคลนแทนที่ไอน้ำและผงฝุ่นจะแยกออกจากกันด้วยหลักการของแรงหนีศูนย์กลางและแรงโน้มถ่วงปรากฏว่าเมื่อไอน้ำพบกับผนังของไฮโดรไซโคลนซึ่ง อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำเกิดกลั่นตัวเป็นของเหลวอีครั้งจึงไม่สามารถสกัดสารเคมีจากเปลือกมังคุดให้มีลักษณะเป็นผงฝุ่นตามจุดประสงค์ของงานวิจัยได้

คาดว่าเกิดจาก 3 สาเหตุด้วยกันคือ

1. การผสมระหว่างน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดและอากาศร้อนยังไม่ดีพอจึงจำเป็นต้องออกแบบหัวฉีดใหม่ให้สามารถผสมน้ำสกัดจากเปลอกมังคุดและอากาศร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ

2. เครื่องเป่าลมมีกำลังน้อยเกินไป การผสมน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดและอากาศร้อนที่ทำการทดลองจึงต้องใช้อุณหภูมิสูงเพื่อให้ละอองน้ำสกัดจากเปลือกมังคุดในห้องอบแห้ง เป็นเหตุให้เกิดการกลั่นตัวของน้ำที่อุปกรณ์ดักจับฝุ่น

3.สารสกัดจากเปลือกมังคุดมีลักษณะคล้ายยางเหนียวทำให้เป็นฝุ่นยากจึงเกาะติดเป็นแผ่น

เอกสารอ้างอิง

1. Frederick J. Francis. Dryer Technology and Engineering. ***Wiley Encyclopedia of food Science and Technology,*** Vol.1, 2ed 2000. 524.

2. K. Mosters. ***Spray Drying Handbook,*** 3ed. George Gadwin Limited, 1976.

3. http://www.powderbulk.com

4.นพ ศักดิเศรษฐ์ และสมพร ณ นคร .**มังคุด**.กรุงเทพฯ.บริษัท รำไทย เพรส จำกัด,2545.

5.วันดี กฤษณพันธ์. **สมุนไพรน่ารู้ โครงการสมุนไพรเพื่อการพึ่งตนเอง.** พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ:ประพันธ์สาส์น, 2541.

6.คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**ฟิสิกส์ 1**.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2538