รายงานโครงการวิจัย

เรื่องการศึกษาและออกแบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งคู่

Study and Design of Twin Drum Dryer

of Cassava Pulp

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายกลวัชร ทิมินกุล

Mr.Kolawachra Timingoon

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

เรื่องการศึกษาและออกแบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งคู่

Study and Design of Twin Drum Dryer of Cassava Pulp

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายกลวัชร ทิมินกุล

Mr.Kolawachra Timingoon

ปี พ.ศ. 2558

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทนำ	4
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	4
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	4
ขอบเขตงานวิจัย	5
บทคัดย่อ	5
รายงานผลการวิจัย	6
คำสำคัญ	6
บทคัดย่อ	6
บทนำ	7
การทบทวนวรรณกรรม	7
ระเบียบวิธีการวิจัย	10
ผลการวิจัย	11
ผลการทดสอบเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ	11
ผลการออกแบบเครื่องต้นแบบ	12
ผลการทดสอบอุณหภูมิของเปลวไฟอินฟราเรด	14
ผลการสร้างเครื่องต้นแบบ	15
ผลการทดสอบการลดความชื้นกากมัน	16
อภิปรายผล	17
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	18
เอกสารอ้างอิง	19
ภาคผนวก	20
แบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งคู่	

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ตั้งมาเพื่อแก้ปัญหาหลายอย่างของกากมันสำปะหลังซึ่งจากสถิติของมันสำปะหลังปี 2557มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 8.32 ล้านไร่ มีผลผลิตประมาณ 29.2ล้านตัน นอกจากนี้พบว่า มันสำปะหลังด้วยกำลังการผลิตที่มีปริมาณมากจึงมีอุตสาหกรรมที่ได้นำเอามันสำปะหลังมาใช้เป็นวัตถุดิบ เช่น อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังและมีผลพลอยได้จากการผลิตแป้งมันนี้ คือ กากมันสำปะหลังซึ่งมีปริมาณมาก และเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม แต่ในระยะหลังได้มีการนำมาใช้ประโยชน์หลายอย่างเช่นผลิตเอทธานอล อาหารสัตว์ ประกอบกับในปัจจุบันวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาที่สูงขึ้นมาก โดยปัจจุบันมันเส้นมีราคากิโลกรัมละ7-10บาท แต่กากมันมีราคากิโลกรัมละ0.125บาท ด้วยราคาที่แตกต่างกันมากขนาดนี้จึง ได้มีการนำเอากากมันมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นอาหารสัตว์อาจนำมาใช้โดยตรงในบางชนิดที่ไม่ต้องการธาตุอาหารที่สูงมากนัก แต่เนื่องจากกากมันมีความชื้นสูงประมาณ 80%จึงเป็นปัญหาในภาคการขนส่ง เช่นในการขนส่งโดยรถบรรทุกขนาด 20 ตันจะมีน้ำถึง 16 ตันแต่จะมีเนื้อกากมันแค่ 4 ตันและในภาคการเก็บรักษา ในสภาพเปียกนี้สามารถเก็บไว้ได้นานสูงสุดแค่ประมาณ 2 สัปดาห์ก็จะขึ้นรา จึงมีแนวคิดที่จะลดความชื้นกากมันสำปะหลังโดยการใช้ความร้อนจากกาซแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนแก่เครื่องลดความชื้นแบบ ลูกกลิ้งคู่ ลดความชื้นลงมาที่ 14% wb

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เป็นโครงการเดี่ยวเพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งคู่เพื่อใช้ผลิตเป็นอาหารสัตว์

ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและออกแบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังเพื่อใช้สำหรับเป็นอาหารสัตว์ โดยหลังการอบลดความชื้นแล้วสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์หรือส่วนผสมในอาหารสัตว์ได้เลยทั้งยังสามารถเก็บรักษาได้นานเนื่องจากมีความชื้นต่ำกว่า 14 %

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งคู่โดยใช้แก็สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงแทนการใช้ไอน้ำจากหม้อต้มที่มีราคาสูงในการลดความชื้นกากมันสำปะหลังเพื่อใช้สำหรับเป็นอาหารสัตว์ มีหลักการทำงานดังนี้กากมันสำปะหลังที่มีความชื้นสูง 80% ถูกป้อนลงในระหว่างช่องของลูกกลิ้งที่วางคู่กัน หมุนทิศทางเข้าหากันและมีช่องห่างระหว่างลูกกลิ้ง1-2 มม กากมันจะถูกรีดเป็นแผ่นติดกับผิวของลูกกลิ้งที่มีอุณหภูมิที่ผิวประมาณ 500องศาเซลเซียส ความชื้นกากมันถูกความร้อนเผาลดลงจนถึงระยะที่การเคลื่อนของเส้นรอบวงเคลื่อนที่ไปได้ระยะ ¾ รอบของลูกกลิ้งความชื้นจะเหลือต่ำกว่า14%จากการทดสอบพบว่ามีความสามารถในการอบลดความชื้นกากมันสำปะหลังได้ 200 กรัม/รอบของการอบลดความชื้น โดยความเร็วในการหมุนอบคือ 2 รอบ/นาทีดังนั้นจะได้ความสามารถในการอบลดความชื้นกากมันสำปะหลัง120กิโลกรัม(เปียก)หรือจะได้24 กิโลกรัม(แห้ง)/ชั่วโมงและมีอัตราการสิ้นเปลืองแก็สแอลพีจี 0.8 กิโลกรัม/ชั่วโมง

Abstracts

This research was design the Twin Drum Dryer of Cassava Pulp by substitution of the old type as using the stream boiler that has been high price of initial cost and also operating cost.This objective is aviable for animal feed .It’s working by the cassava pulp was put in the hopper between the two drum. They were located closer about 2 mm gap Surrounding surface of the drum getting the high temperature from the heat source were the Infrared strove, it can generate the high temperature of 500 degree Celsius. The cassava pulp was dried until the moisture content was running below 14%wb and then are remove by the knife blade was set at the ¾ of the circumference line of the drum. The capacity of dry cassava pulp was 200 gram /revolution of the rotation. So we can dry 120kg of wet cassava pulp to the 24 kg/hour of dry cassava pulp or with the LPG consumption of 0.8 kg/hour.

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะของโครงการเนื่องจากเป็นโครงการเดี่ยวจึงขอยกการวิจารณ์ไปไว้ในกิจกรรม

ผลการวิจัย

การศึกษาและออกแบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งคู่

Study and Design of the Twin Drum Dryer of Cassava Pulp

ชื่อผู้วิจัย นายกลวัชร ทิมินกุล Mr.Kolawachra Timingoon

ผู้ร่วมงานวิจัย 1.นายพินิจ จิรัคคกุล Mr. Mr.Pinij Jirakakul

2.นายวุฒิพล จันทร์สระคู Mr.wuttipol Chansakoo

3.นายมงคล ตุ่นเฮ้าMr.Mongkol Tunhaw

4.นายประยูร จันทองอ่อน Prayoon Jantong-on

5.นายธนกฤต โยธาทูล Mr.Tanagrid Yotatoon

คำสำคัญ; การลดความชื้นกากมันสำปะหลัง กากมันสำปะหลัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งคู่โดยใช้แก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงแทนการใช้ไอน้ำจากหม้อต้มที่มีราคาสูงในการลดความชื้นกากมันสำปะหลังเพื่อใช้สำหรับเป็นอาหารสัตว์ มีหลักการทำงานดังนี้กากมันสำปะหลังที่มีความชื้นสูง 80%wb ถูกป้อนลงในระหว่างช่องของลูกกลิ้งที่วางคู่กัน หมุนทิศทางเข้าหากันและมีช่องห่างระหว่างลูกกลิ้ง1-2 มิลลิเมตรจะรีดให้กากมันเป็นแผ่นติดกับผิวของลูกกลิ้งที่มีอุณหภูมิที่ผิวไม่ต่ำกว่า500องศาเซลเซียส ความชื้นกากมันถูกความร้อนเผาลดลงจนถึงระยะที่การเคลื่อนของเส้นรอบวงเคลื่อนที่ไปได้ระยะ ¾ รอบของลูกกลิ้งความชื้นจะเหลือต่ำกว่า14เปอร์เซ็นต์ แล้วกากมันก็จะถูกปาดออกด้วยใบมีดมีลักษณะเป็นแผ่น จากการทดสอบพบว่ามีความสามารถในการอบลดความชื้นกากมันสำปะหลังได้ 200 กรัม/รอบของการอบลดความชื้น โดยความเร็วในการหมุนอบคือ 2 รอบ/นาทีดังนั้นจะได้ความสามารถในการอบลดความชื้นกากมันสำปะหลัง120กิโลกรัม(เปียก)หรือจะได้24 กิโลกรัม(แห้ง)/ชั่วโมงและมีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สแอลพีจี 0.8 กิโลกรัม/ชั่วโมง

Abstracts

This research was design the Twin Drum Dryer of Cassava Pulp by substitution of the old type as using the stream boiler that has been high price of initial cost and also operating

cost.This objective is aviable for animal feed .It's working by the cassava pulp was put in the hopper between the two drum. They were located closer about 2 mm gap Surrounding surface of the drum getting the high temperature from the heat source were the Infrared strove, it can generate the high temperature of 500 degree Celsius. The cassava pulp was dried until the moisture content was running below 14%wb and then are remove by the knife blade was set at the ¾ of the circumference line of the drum. The capacity of dry cassava pulp was 200 gram /revolution of the rotation. So we can dry 120kg of wet cassava pulp to the 24 kg/hour of dry cassava pulp or with the LPG consumption of 0.8 kg/hour.

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

มันสำปะหลังปี2557มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 8.32 ล้านไร่ มีผลผลิตประมาณ 29.2ล้านตัน นอกจากนี้พบว่า มันสำปะหลัง ด้วยกำลังการผลิตที่มีปริมาณมากจึงมีอุตสาหกรรมที่ได้นำเอามันสำปะหลังมาใช้เป็นวัตถุดิบ เช่น อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังและมีผลพลอยได้จากการผลิตแป้งมันนี้ คือ กากมันสำปะหลังซึ่งมีปริมาณมาก และเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม แต่ในระยะหลังได้มีการนำมาใช้ประโยชน์หลายอย่างเช่นผลิตเอทธานอล อาหารสัตว์ ประกอบกับในปัจจุบันวัตถุดิบอาหารสัตว์มีราคาที่สูงขึ้นมาก โดยปัจจุบันมันเส้นมีราคากิโลกรัมละ7-10บาทแต่กากมันมีราคากิโลกรัมละ0.125บาท ด้วยราคาที่แตกต่างกันมากขนาดนี้จึง ได้มีการนำเอากากมันมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นอาหารสัตว์อาจนำมาใช้โดยตรงในบางชนิดที่ไม่ต้องการธาตุอาหารที่สูงมากนัก แต่เนื่องจากกากมันมีความชื้นสูงประมาณ 80%จึงเป็นปัญหาในภาคการขนส่ง เช่นในการขนส่งโดยรถบรรทุกขนาด 20 ตันจะมีน้ำถึง 16 ตันแต่จะมีเนื้อกากมันแค่ 4 ตันและในภาคการเก็บรักษา ในสภาพเปียกนี้สามารเก็บไว้ได้นานสูงสุดแค่ประมาณ 2 สัปดาห์ก็จะขึ้นรา จึงมีแนวคิดที่จะลดความชื้นกากมันสำปะหลังโดยการใช้ความร้อนจากกาซแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนแก่เครื่องลดความชื้นแบบ ลูกกลิ้งคู่ ลดความชื้นลงมาที่ 14%

การทบทวนวรรณกรรม

กากแป้งมันสำปะหลังเป็นวัสดุเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังและโรงงานผลิตฟรุคโตสและสารให้ความหวานดังตารางที่1แสดงปริมาณวัสดุเศษเหลือจากการผลิตแป้งมันสำปะหลัง โดยปกติกากแป้งมันสำปะหลังที่ออกจากโรงงานจะมีลักษณะเปียก ความชื้นประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และมีการใช้กากแป้งมันสำปะหลังเปียกนี้เป็นอาหารสัตว์ อาทิ อาหารโค,กระบือ และปลา

เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer)

สามารถนามาใช้ในการอบแห้งวัสดุในรูปของเหลว(Viscous, concentrated solutions, slurries or pastes) แบบต่อเนื่องได้ วัสดุจะแห้งในขณะที่แนบติดอยู่กับผิวของลูกกลิ้งซึ่งได้รับการถ่ายเทความร้อนมาจากแหล่งความร้อน แหล่งความร้อนที่นิยมใช้ คือ ไอน้ำ วัสดุที่แห้งแล้วจะถูกขูดออกโดยใบมีด ลูกกลิ้งอาจมีเพียงใบเดียวหรือหลายใบ ดังรูปที่1 เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง เป็นเครื่องอบแห้งที่มีความยืดหยุ่นในการทางานสูง เพราะตัวแปรหลักในการทางานของเครื่องอบแห้ง ซึ่งได้แก่°ความดันของไอน้าภายในลูกกลิ้ง°ความเร็วในการหมุนของลูกกลิ้ง ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง (กรณีที่เป็นลูกกลิ้งคู่ และป้อนวัตถุดิบที่ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้ง) สามารถควบคุมได้อย่างอิสระ

กำลังการผลิตของ Drum dryer ขึ้นอยู่กับ

-อัตราการทำแห้งของ Thin sheet (ชั้นบางของอาหารที่ติดอยู่บนผิวของลูกกลิ้ง)

-จำนวนของSolids ที่อยู่ใน Thin sheet ความหนาของ Thin sheet

-ความเร็วรอบในการหมุนของลูกกลิ้ง

อัตราการทำแห้งของ Thin sheet จะขึ้นอยู่กับ

-อุณหภูมิและค่า Heat flux ที่เกิดขึ้นที่ผิวลูกกลิ้ง ซึ่งจะสัมพันธ์โดยตรงกับความดันของไอน้าภายในลูกกลิ้ง

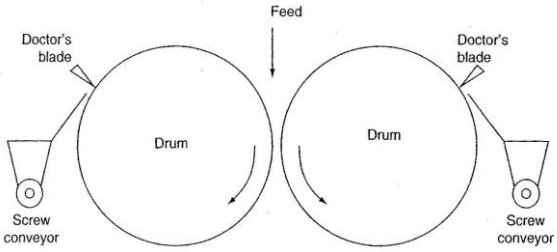
-ชนิดของอาหาร

การป้อนวัตถุดิบให้เป็นชั้นบางบนลูกกลิ้ง

การป้อนวัตถุดิบเหลว (Feed) ให้เป็น Thin sheet บนพื้นผิวของ Drum dryer สามารถทาได้หลายวิธี ดังนี้1.Nip feeding 2.Roller feeding 3.Dip feeding 4.Spray and splash feeding

Nip feeding

°เป็นการป้อน feed ไปที่ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งคู่ที่ใช้อบแห้ง ดังรูปที่1



รูปที่1 การป้อนแบบ Nip Feeding

วีรชัย อาจหาญและคณะ(2551)การออกแบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังเปียกใช้หลักการเอ็กซ์ทรูชันเพื่อลดความชื้นกากมันสำปะหลังสดเครื่องลดความชื้นที่ทำการออกแบบจะใช้เทคโนโลยีเอ็กทรูชันซึ่งเป็นการออกแบบมิติของชุดสกรูคู่และชุดหัวดาย คำนวณโดยใช้ข้อมูลผลการจำลองพฤติกรรมการอัดตัวของกากมันสำปะหลังด้วยซอฟท์แวร์คำนวณทางพลศาสตร์ของไหล ร่วมกับหลักวิศวกรรมการออกแบบเครื่องจักรกลเกษตร แบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังเปียกที่ได้ประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ ชุดสกรูคู่ซึ่งแต่ละสกรูมีอัตราส่วน L:D เท่ากับ 10:1 โดยองค์ประกอบของส่วนอัดรีดส่งวัสดุที่มีมุมบิดของเกลียวสกรูและระยะพิตช์แบบไม่คงตัวจากตำแหน่งของตัวส่งวัสดุไปสู่หัวดาย และชุดหัวดายเป็นหัวดายแบบสามทางออก นอกจากนี้การกำหนดชนิดของวัสดุและขนาดของแบบชิ้นส่วนหลักทุกชิ้นเป็นตามมาตรฐานของเครื่องจักรกลเกษตรและขนาดกำลังการผลิตสูงสุดของเครื่องไว้ที่ 80 ตัน/วัน ด้วยชุดมอเตอร์ส่งกำลังของสกรูอัดรีดขนาด 20 แรงม้า

วิเชียร ดวงสีเสนและคณะ(2555)ได้ศึกษาลักษณะการอบแห้งกากมันสำปะหลังด้วยเครื่องอบแห้งแบบตะแกรงหมุน(Rotary Screen Dryers) โดยวัสดุอบแห้งจะเคลื่อนที่ผ่านรูตะแกรงลงสู่ด้านล่างการทดสอบครั้งนี้ใช้เครื่องอบแห้งแบบตะแกรงหมุนมีขนาดรูตะแกรง 3 มิลลิเมตร ความจุ 0.5 m3 ใช้ความเร็วรอบถังหมุน 3 ความเร็วรอบ คือ 2 rpm, 4 rpm และ 6 rpm และใช้อุณหภูมิลมร้อน 2 ช่วงคือ 80°C และ 100°C ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการร่อนผ่านรูตะแกรงและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำในสภาวะต่างๆ พบว่าที่ความเร็วรอบ 6 rpm และอุณหภูมิ 100°C ให้ปริมาณกากมันสำปะหลังที่ร่วงผ่านรูตะแกรง มากกว่าที่สภาวะอื่นๆ คือ 2.29 kg dry mass มีความชื้นเฉลี่ย 34.45% และ มีประสิทธิภาพการร่อน 58.37%dry mass ซึ่งมากกว่าที่สภาวะอื่นๆ ใช้พลังงานจำเพาะในการระเหยน้ำ 8.05 MJ/kg-water มีมวลคงค้างในถังตะแกรงทรงกระบอก 41.55%dry mass ความชื้น 35% เทวรัตน์ ตรีอำนรรคและคณะ(2556)ได้ประเมินสมรรถนะการอบแห้งกากมันสำปะหลังด้วยเครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง หมุนชนิดลูกกลิ้ง คู่ โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษาประกอบด้วยอุณหภูมิการอบแห้ง 100 °C, 120 °C และ 140 °C ความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้ง 0.5, 0.6 และ 0.7 rpm และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.15, 0.3 และ 0.5 มิลลิเมตร ทำการอบแห้งกากมันสำปะหลังที่มีความชื้น เริ่มต้นเฉลี่ย 81.50 % ผลจากการทดสอบพบว่าอุณหภูมิการอบแห้งมีผลอย่างมากต่อความชื้น สุดท้ายของกากมันสำปะหลังโดยที่อุณหภูมิ 140 °C สามารถลดความชื้น กากมันลง

เหลือความชื้น สุดท้ายเฉลี่ย 4.30 % และในขณะทำการอบแห้งไม่เกิดปัญหาการเกาะตัวของกากมันบนตัวลูกกลิ้ง ส่วนการอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 ℃ ทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีความชื้น สูงเกินกว่าการจัดเก็บให้ปลอดภัยแล้วยังเกิดปัญหาการจับตัวของกากมันบนผิวลูกกลิ้ง อีกด้วย เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านความเร็วรอบการหมุนพบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันความชื้น สุดท้ายของกากมันมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อความเร็วรอบการหมุนเพิ่มขึ้น ผลจากการประเมินความสามารถในการทำงานพบว่าที่อุณหภูมิ 140°C ความเร็วรอบ 0.7 rpm และระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง 0.5 มิลลิเมตร มีความสามารถในการอบแห้งสูงสุด

สุระ ตันดีและคณะ(2553)ได้ศึกษาคุณลักษณะของการอบแห้งกากมันสำปะหลังโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบต่อเนื่องโดยทดสอบที่อุณหภูมิลมร้อนที่ 80 90 และ 100 องศาเซลเซียส และความเร็วลมร้อน 8 9 และ 10 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ ทำการทดสอบในห้องอบแห้งขนาด 0.6 x 1.2 x 1.2 ลูกบาศก์เมตร กากมันสำปะหลังที่นำมาทดสอบนี้มีความชื้นเริ่มต้นที่76% น้ำหนักเริ่มต้นที่ 500 กรัม ทำการทดสอบเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของ ความชื้น ที่เวลาต่างกัน จากการทดสอบพบว่า ความชื้นของกากมันสำปะหลังมีค่าลดลงเรื่อย ๆ เมื่อเวลาการอบแห้ง อุณหภูมิ และความเร็วลมร้อนเพิ่มขึ้น จุดที่เหมาะสมในการอบแห้งกากมันสำปะหลังในการทดลองนี้ คือความเร็วลมร้อน 8 เมตรต่อวินาที และอุณหภูมิอบแห้ง 80 องศาเซลเซียส ทำให้กากมันสำปะหลังมีอัตราส่วนความชื้นคงที่เท่ากับ 0.07 ความชื้น 7.69 %ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 2 ชั่วโมง เมื่อความชื้นของกากมันสำปะหลังลดลงค่าพลังงานความร้อนที่ได้สูงขึ้น

ระเบียบวิธีการวิจัย

เริ่มจากการศึกษาข้อมูล การอบแห้งโดยการใช้เครื่องลดความชื้นแบบลูกกลิ้งในอุตสาหกรรมอาหาร หรือในสายงานอื่นๆเพื่อที่จะได้นำเทคนิคและวิธีการมาประยุกต์ใช้ ทำการศึกษาทดลองการอบแห้งกากมันสำปะหลังด้วยเครื่องลดความชื้นแบบลูกกลิ้ง ในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับใช้ในการออกแบบเครื่องอบแห้งกากมันสำประหลังต้นแบบ ปัจจัยศึกษาได้แก่ อุณหภูมิ ระยะเวลาในการอบแห้ง ปริมาณพื้นที่ผิวของลูกกลิ้ง พลังงานที่ใช้การอบแห้ง อัตราการลดความชื้น ความสามารถในการทำงาน และคุณภาพของกากมันสำปะหลังแห้ง นำข้อมูลมาออกแบบสร้างต้นแบบเครื่องอบแห้งกากมันสำประหลังแบบลูกกลิ้งคู่ กำลังการผลิตไม่ต่ำกว่า 100 กิโลกรัมแห้งต่อชั่วโมง ที่ความชื้น 14 % แล้วทดสอบการทำงานเบื้องต้นและปรับปรุงเครื่องต้นแบบ หลังจากนั้นทำการทดสอบการทำงานและบันทึกข้อมูล โดยใช้ตัวอย่างกากมันสำปะหลังจากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง ปัจจัยศึกษาได้แก่ อุณหภูมิ ระยะเวลาในการอบแห้ง ปริมาณพื้นที่ผิวของลูกกลิ้ง (ความเร็วของลูกกลิ้ง) พลังงานที่ใช้การอบแห้ง อัตราการลดความชื้น ความสามารถในการทำงาน และคุณภาพของกากมันสำปะหลังแห้ง และทำการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และเขียนรายงาน

สถานที่ทำการวิจัย ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น จ.ขอนแก่น

ระยะเวลาดำเนินการ 2557-2558

ผลการวิจัย

ผลการทดสอบเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ

ผลการดำเนินการทดสอบเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เครื่องอบแบบลูกกลิ้งคู่แบบอุตสาหกรรม ในการทดสอบและเก็บข้อมูลเบื้องต้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องต้นแบบต่อไป

โดยจะทำการทดสอบหาตัวแปรที่มีผลต่อการทำแห้งกากมันได้แก่ความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้ง, ระยะห่างของลูกกลิ้งหรือความหนาของการป้อนและอุณหภูมิที่เหมาะสม

ตารางที่1 ผลการทดสอบการทำแห้งกากมันในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องอบแบบลูกกลิ้งคู่ที่กากมันมีความชื้นเริ่มต้นที่ 75 % อุณหภูมิ 140 C ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 1.7 รอบต่อนาที

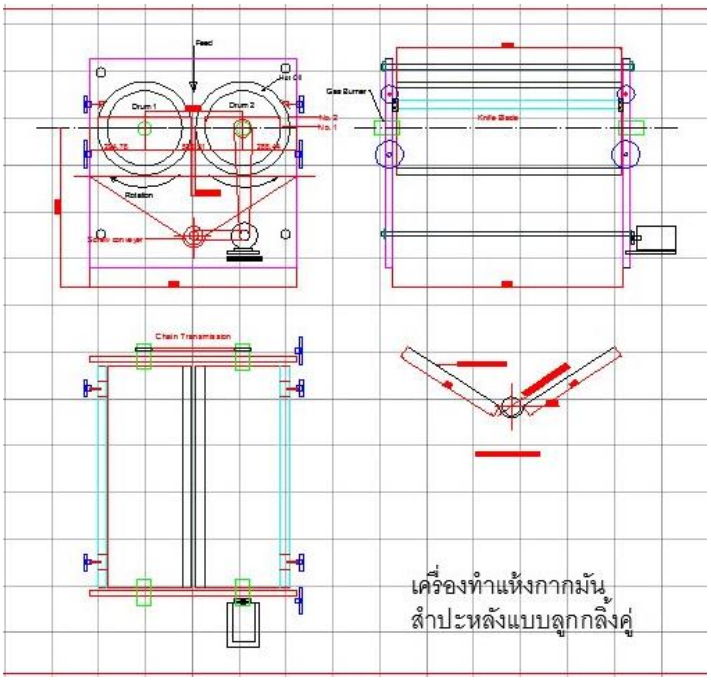
ความหนา/ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	**เปอร์เซ็นต์ความชื้น (%wb)**
0.3	10
0.5	15
0.7	20
1.0	25

จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบการลดความชื้นกากมันในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร หมุนด้วยความเร็วรอบ 1.7 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส ทำแห้งกากมันมีความชื้นเริ่มต้นที่ 75 %

พบว่าสามารถทำแห้งได้ใน 1 รอบ ที่ความหนาไม่เกิน 1 มิลลิเมตร (ระยะห่างลูกกลิ้ง) ได้ความชื้นกากมัน 10-25 % ดังนั้นถ้าจะทำแห้งชั้นกากมันที่มีความหนามากกว่านี้จะต้องเพิ่มพื้นที่ผิวหรือเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลูกกลิ้งให้ใหญ่ขึ้นหรือเพิ่มความยาว และ เพิ่มอุณหภูมิ

ผลการออกแบบเครื่องต้นแบบ

การออกแบบเครื่องต้นแบบตัวแรก



รูปที่2 แบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งคู่ตัวแรก

ได้ดำเนินการสร้างและปรับปรุงเครื่องต้นแบบ โดยในระยะแรกได้ทำการออกแบบถังเป็น 2ชั้น(รูปที่2) โดยใช้น้ำมันฮ๊อดออยล์เป็นตัวกลางในการพาความร้อนแต่เนื่องจากการสร้างและการใช้งานมีความยุ่งยากและอันตรายเนื่องจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับความดันต้องมีอุปกรณ์ความปลอดภัยเพิ่มเข้ามา จึงได้ออกแบบเป็นถังชั้นเดียวทำจาก สเตนเลสแผ่นหนา 5 มิลลิเมตร ม้วนขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกยาว 120 เซนติเมตร (รูปที่3)

รูปที่3 เครื่องต้นแบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งคู่

โดยใช้ความร้อนจากหัวเผาก๊าซแอลพีจี แบบที่ใช้กับตู้อบแบบอุโมงค์ที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไป(รูปที่4) พ่นเข้าไปในถังโดยตรง

รูปที่4 หัวเผาแก๊สแอลพีจีแบบใช้ในตู้อบแบบอุโมงค์

แต่จากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าการใช้หัวเผาแบบนี้ใช้งานไม่ได้เนื่องจากไม่มีแรงลมดูดให้เปลวไฟเข้าไปในห้องอบเหมือนในตู้อบแบบอุโมงค์ จึงได้เปลี่ยนเป็นหัวเผาแบบอินฟราเรด(รูปที่5) ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยหัวเตามีความกว้าง 15 เซนติเมตร ความยาว 50 เซนติเมตร และปรับลดความยาวของถังลงเป็น 60 เซนติเมตร

รูปที่5 หัวเผากาซแอลพีจีแบบอินฟราเรด

เป็นตัวให้ความร้อนแทนจากการทดสอบเบื้องต้นทำการวัดค่าอุณหภูมิ

ผลการทดสอบอุณหภูมิของเปลวไฟอินฟราเรด

รูปที่6 การทดสอบการวัดอุณหภูมิ

จากรูปที่6เป็นการทดสอบอุณหภูมิด้วยหัวโปบเทอร์โมคัปเปิล(Thermo couple)ของหัวเตาอินฟราเรดที่สามารถสร้างอุณหภูมิได้ถึง 700องศาเซลเซียสวัดที่หัวเตาโดยตรงและวัดที่ผิวลูกกลิ้งประมาณ 500 องศาเซลเซียสอุณหภูมิตกลงเนื่องจากเป็นการแผ่รังสีมาผ่านมาเป็นการนำความร้อนที่แผ่นสแตนเลสอีกทอดหนึ่งแต่ก็เพียงพอสำหรับการทำให้กากมันแห้งได้

ผลการสร้างเครื่องต้นแบบ

ลูกกลิ้งทำจากสแตนเลสแผ่นหนา5มิลลิเมตร ม้วนขึ้นรูปเป็นทรงกระบอก มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ยาว 60เซนติเมตรจำนวน 2 ลูก วางขนานกันอยู่บนลูกล้อโดยผิวนอกมีระยะห่างกันประมาณ1 มิลลิเมตร ดังรูปที่7 ซึ่งเป็นขนาดความหนาของชั้นกากมันที่เราจะลดความชื้น สามารถหมุนได้อิสระโดยมีทิศทางการหมุนเข้าหากันรีดกากมันสำปะหลังที่ถูกป้อนเข้าตรงกลางระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองให้เป็นแผ่นและสามารถปรับระยะห่างได้ โดยติดตั้งอยู่บนโครงเหล็ก มีการถ่ายระบบส่งกำลังจากมอเตอร์ขนาด 1แรงม้าขับชุดเกียร์ทด 1:60 ด้วยสายพานและจากชุดทดส่งถ่ายกำลัง ด้วยโซ่เบอร์ 40 ไปหมุนลูกกลิ้งดังรูปที่8

รูปที่7 เครื่องต้นแบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งคู่

รูปที่8 ระบบการส่งกำลัง

รูปที่9 การประกอบหัวเตาอินฟราเรดเข้าด้วยกัน

แล้วทำการประกอบหัวอินฟราเรดจำนวน 4 หัวต่อหนึ่งชุดดังรูปที่9สำหรับใส่เข้าไปในลูกกลิ้งสำหรับเป็นตัวกำเนิดความร้อน

ผลการทดสอบการลดความชื้นกากมัน

ก. กากมันสำปะหลังก่อนอบ ข.กากมันสำปะหลังหลังอบ

รูปที่ 10 กากมันสำปะหลัง

ทำการทดสอบการลดความชื้นกากมันสำปะหลังโดยเปิดหัวอินฟราเรดให้ผิวของลูกกลิ้งร้อนแดงก่อน แล้วจึงใส่กากมันสำปะหลังที่มีความชื้น 80%รูปที่10ก.ลงในระหว่างช่องของลูกกลิ้งทั้งคู่ ลูกกลิ้งจะรีดให้กากมันเป็นแผ่นติดกับผิวลูกกลิ้งที่มีอุณหภูมิที่ผิวไม่ต่ำกว่า500องศาเซลเซียส ลูกกลิ้งหมุนอบลดความชื้นกากมันเคลื่อนที่ไปได้ระยะ ¾ รอบของเส้นรอบวงของลูกกลิ้งกากมันก็จะถูกปาดออกด้วยใบมีดมีลักษณะเป็นแผ่นดังรูปที่ 10ข.จากการทดสอบพบว่ามีความสามารถในการอบลดความชื้นกากมันสำปะหลังได้ 200 กรัมต่อรอบของการอบลดความชื้น โดยความเร็วในการหมุนอบคือ 2รอบ/นาทีดังนั้นจะได้ความสามารถในการอบลดความชื้นกากมันสำปะหลังเปียก120กิโลกรัมได้กากมันแห้ง 24กิโลกรัม/ชั่วโมงและมีอัตราการสิ้นเปลืองแก๊สแอลพีจี 0.8 กิโลกรัม/ชั่วโมง

อภิปรายผล

จะเห็นว่าการอบลดความชื้นกากมันสำปะหลังด้วยวิธีนี้ได้ปริมาณค่อนข้างต่ำแต่ก็สามารถขยายสัดส่วนให้ใหญ่ขึ้นได้โดยนำไปเปรียบเทียบกับการใช้ระบบเชื้อเพลิงที่ใช้ในอุตสาหกรรมที่เป็นการใช้ หม้อต้มขนาดใหญ่งบลงทุนเริ่มต้น(first cost)มีราคาแพงและทุนในการดำเนินการ(operating cost)ก็สูง หากเปรียบเทียบกับแบบที่เราใช้ ที่ใช้แก๊สแอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงต้นทุนทั้งสองจะถูกกว่ามาก

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การอบลดความชื้นกากมันสำปะหลังด้วยเครื่องแบบลูกกลิ้งคู่สามารถทำได้แต่จะให้ปริมาณที่ต่ำแต่ก็สามารถขยายขนาดได้โดยมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้คือ ลูกกลิ้งควรทำจากท่อสแตนเลสเนื่องจากการนำเอาสแตนเลสแผ่นมาม้วนขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกทำได้ไม่กลมจะส่งผลหลายอย่างมากต่อการติดตั้งลูกกลิ้งไม่ได้ศูนย์ส่งผลต่อคุณภาพวัสดุอบแห้งเนื่องจากควบคุมความหนาได้ไม่สม่ำเสมอ ผิวลูกกลิ้งควรเป็นผิวมันจึงจะทำให้ใบมีดสามารถปาดกากมันออกได้หมดไม่ตกค้าง ทำให้ไหม้สะสมที่ผิวดังรูปที่ 11 ในการเลือกหัวแก๊สมาใช้งานสามารถเลือกได้ตามความเหมาะสมของลูกกลิ้งเช่นลูกกลิ้งยาวควรจะเลือกหัวแก๊สแบบหัวพ่นแก๊ส(gas nozzle)ราวท่อติดรอบแนวเส้นรอบวงตลอดความยาวก็สามารถนำมาปรับใช้ได้

รูปที่11การสะสมของกากมันที่เหลือจากการปาดของใบมีด

เอกสารอ้างอิง

วีรชัย อาจหาญและคณะ.2551,รายงานโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนผลิตวัตถุดิบจากมันสำปะหลังสำหรับอุตสาหกรรมเอทานอล.ภาคีศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

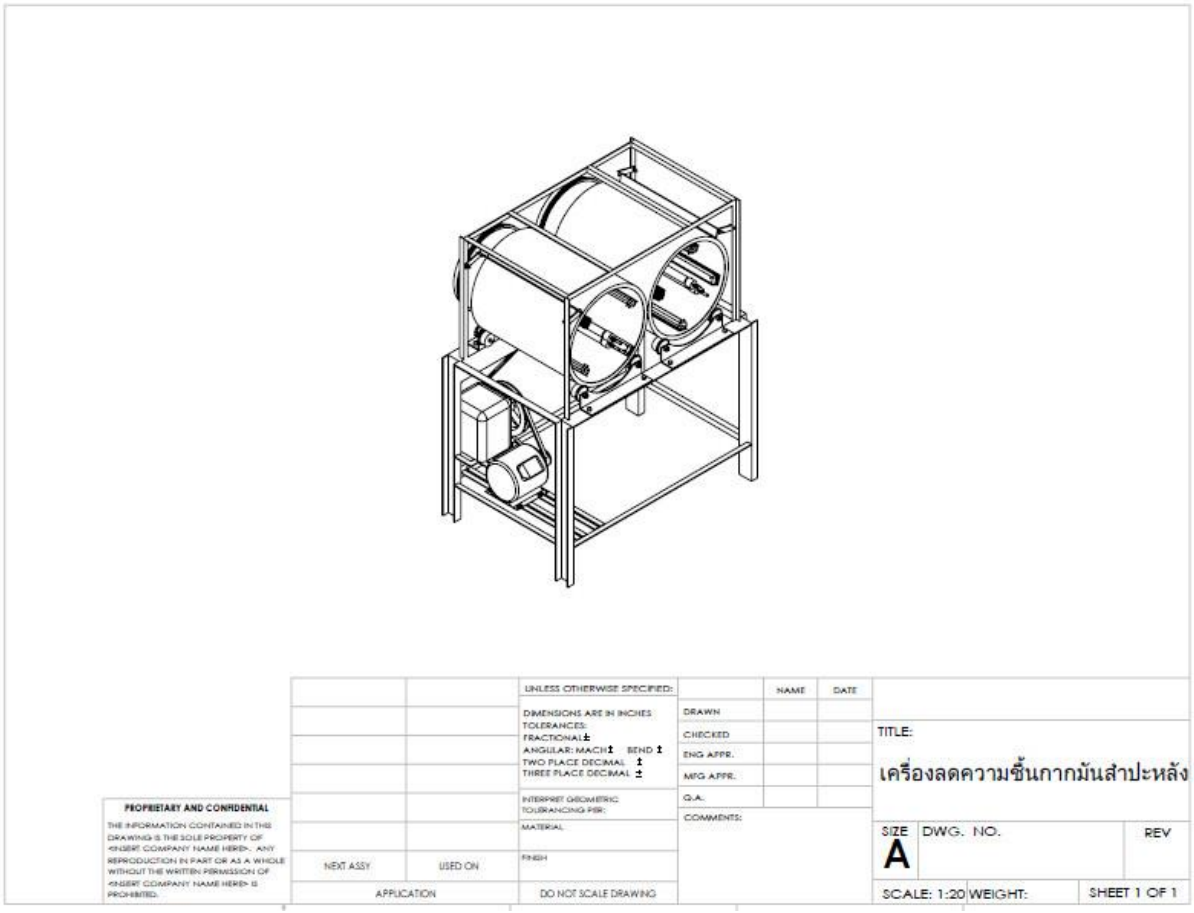
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2548/49. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ฝ่ายบริหารคลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.2555-2559,

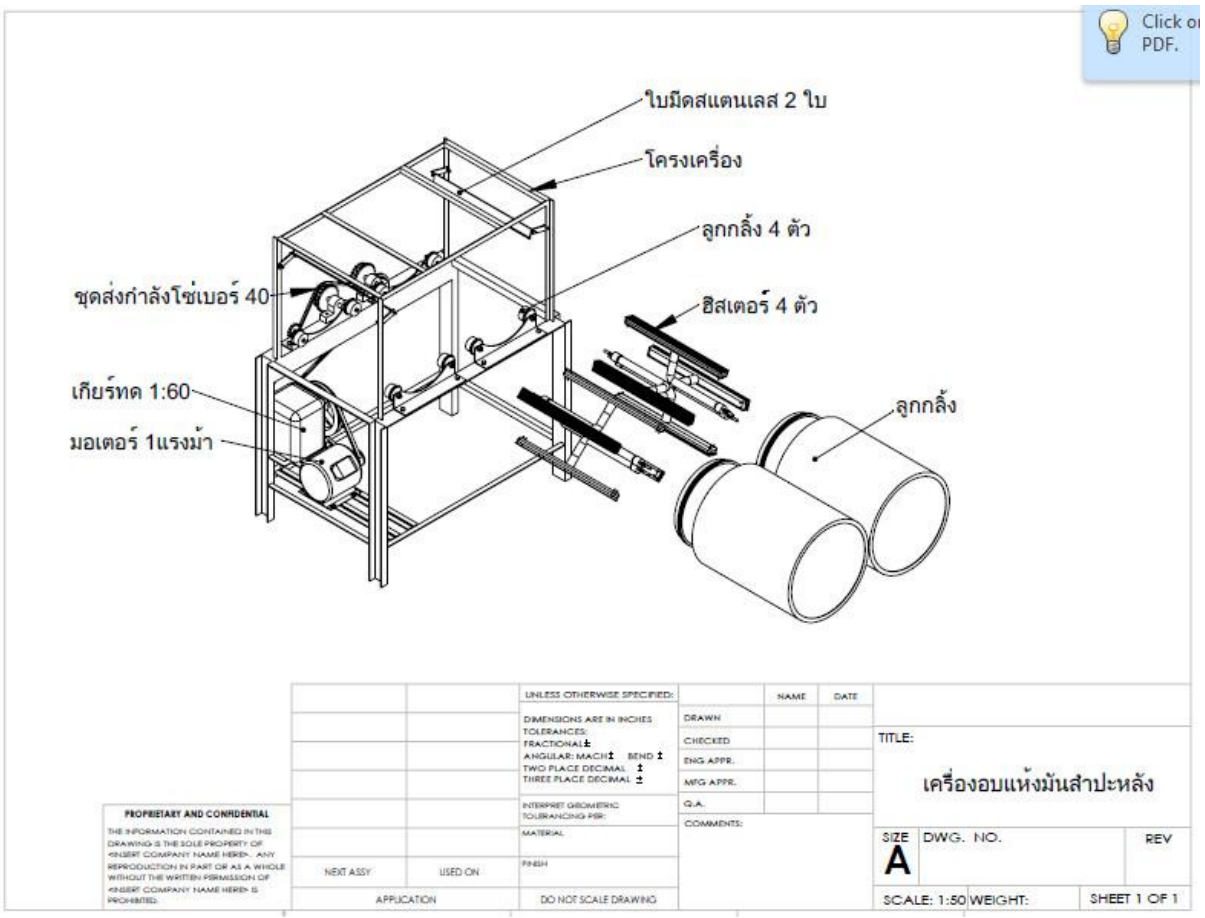
ยุทธศาสตร์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมมันสำปะหลังประเทศไทยและโปรแกรมวิจัยและพัฒนามันสำปะหลัง.สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.2554.

ภาคผนวก

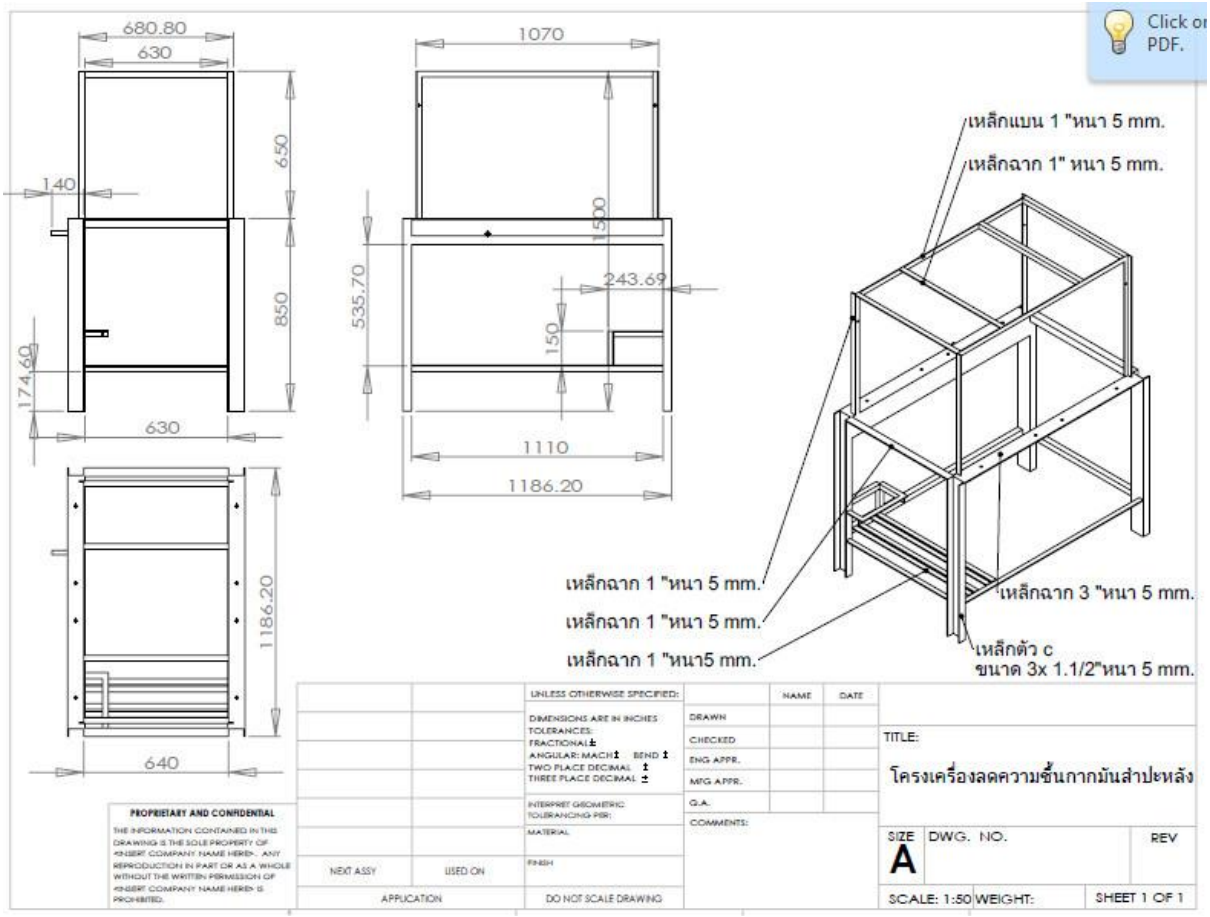
แบบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลังแบบลูกกลิ้งคู่



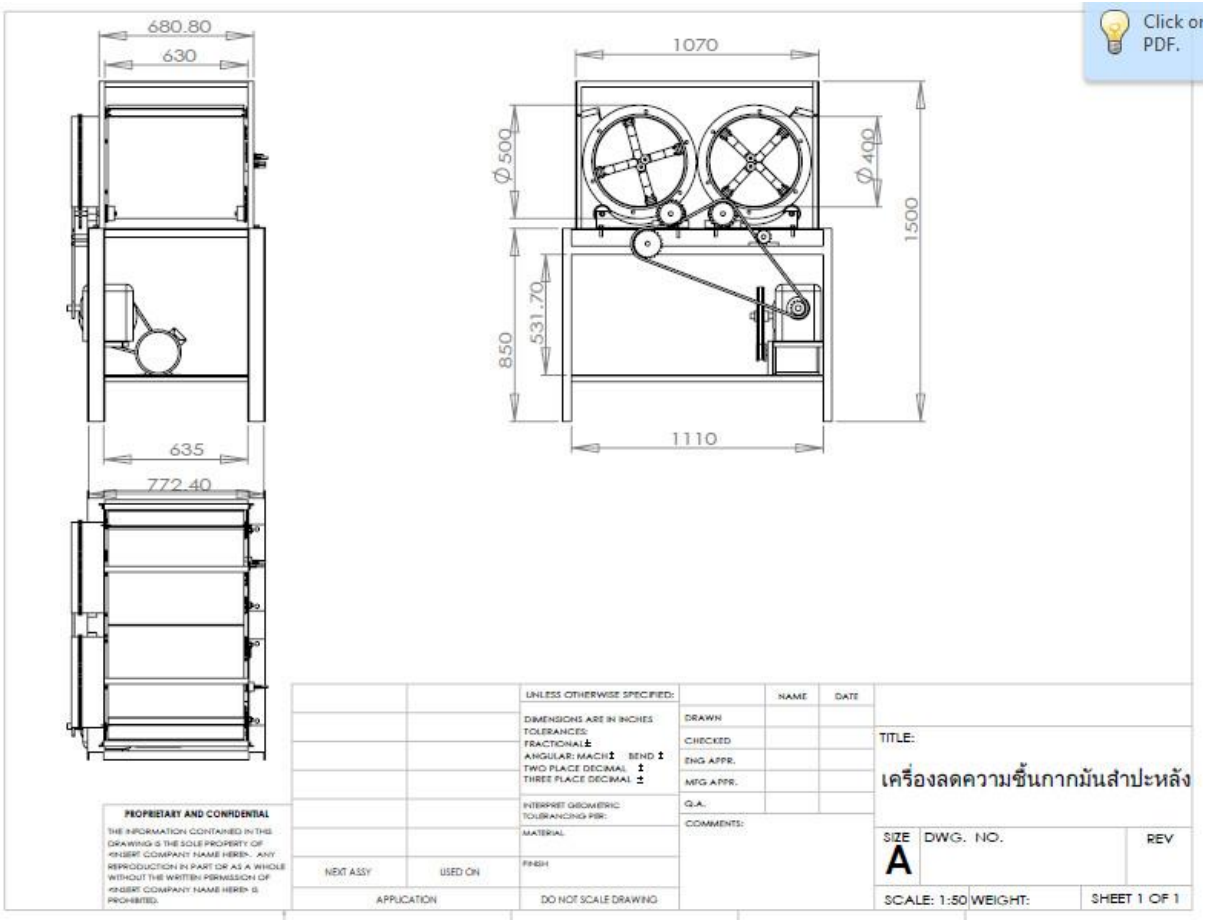
ภาพผนวกที่1 แบบประกอบเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลัง



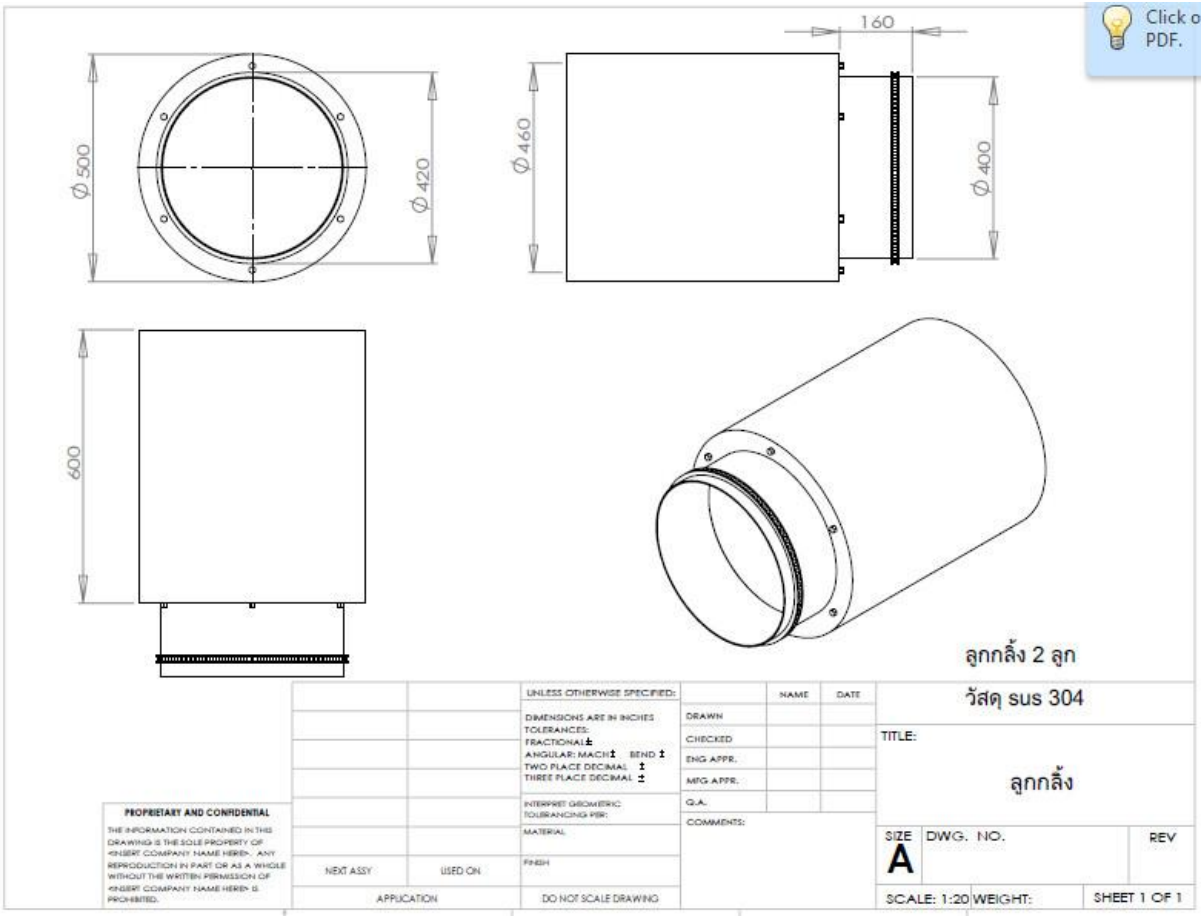
ภาพผนวกที่2 แบบแยกชิ้นส่วนเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลัง



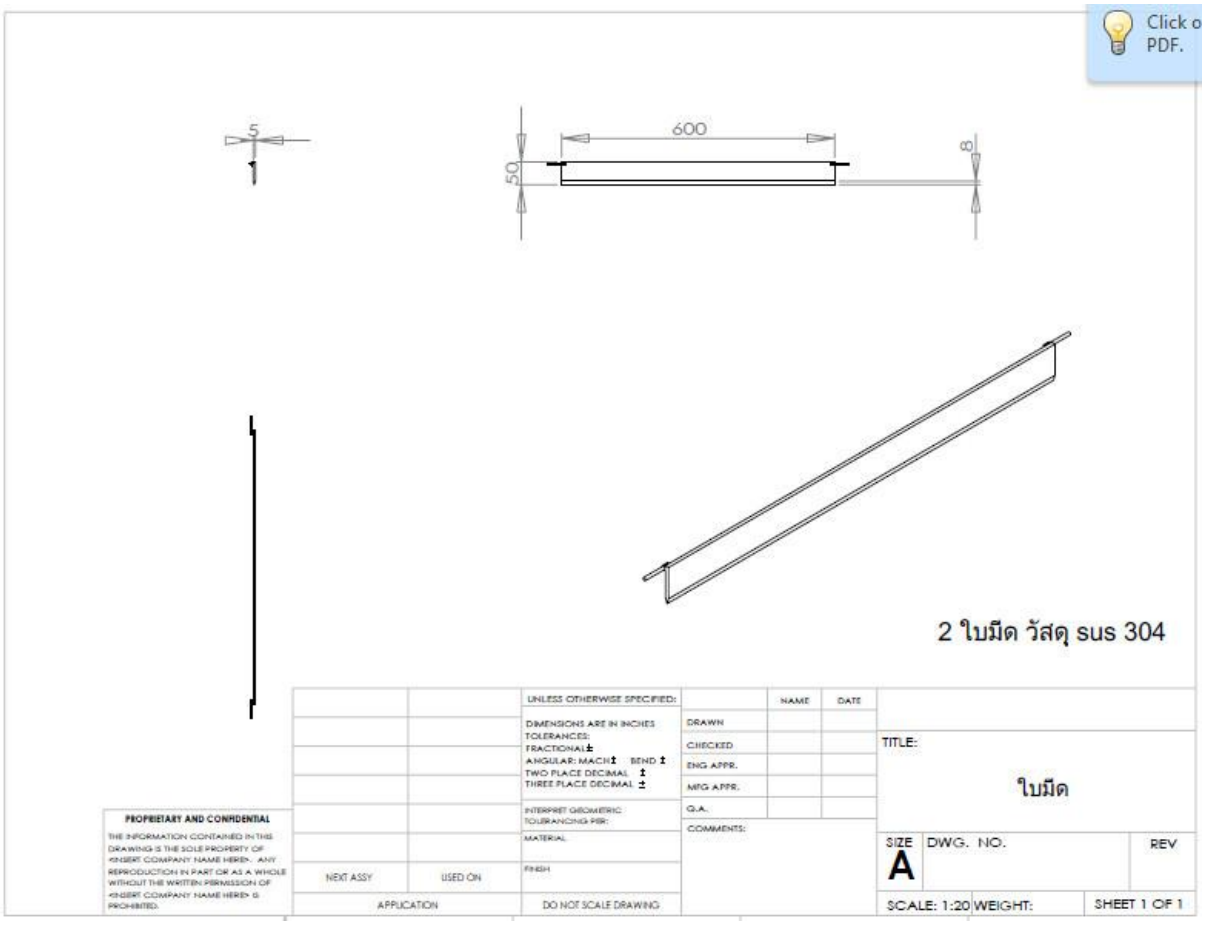
ภาพผนวกที่3 แบบโครงเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลัง



ภาพผนวกที่4 ภาพฉายเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลัง



ภาพผนวกที่5 แบบลูกกลิ้งเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลัง



ภาพผนวกที่6 แบบใบมีดเครื่องลดความชื้นกากมันสำปะหลัง