



## กระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกสดด้วยเทคนิคมีสท์โฟลแบบต่อเนื่อง Paddy Dehydration Process by Continuous MUST FLOW Technique

มูस्ताฟา ยะฮยา, มณฑล ชูโซนาค และ ประชา บุญยวานิชกุล\*

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
63 หมู่ที่ 7 ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลองครักษ์ อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120  
\*ติดต่อ: E-mail: prachabu@sg.swu.ac.th, เบอร์โทรศัพท์: 086-971-1653

### บทคัดย่อ

กระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกสดเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการผลิตข้าวในสมัยปัจจุบันเนื่องจากในกระบวนการผลิตขั้นตอนการอบแห้งเป็นกระบวนการที่มีค่าใช้จ่ายสูงอันเกิดมาจากค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงสำหรับการสร้างลมร้อน ข้าวเปลือกสดซึ่งได้มาจากการเก็บเกี่ยวในพื้นที่ด้วยรถเก็บเกี่ยวนั้นมีข้อด้อยหลักคือเมล็ดข้าวเปลือกมีค่าความชื้นสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยแรงงานอีกประการคือแต่ละเมล็ดมีค่าความชื้นต่างกันค่อนข้างมาก และมีสิ่งเจือปนค่อนข้างสูง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการด้อยประสิทธิภาพทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพข้าวและมีผลให้กระบวนการไม่สามารถทำกำไรได้ดีเท่าที่ควร ด้วยการพัฒนากระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกสดด้วยเทคนิคมีสท์โฟลแบบต่อเนื่องที่มีการป้อนลมร้อนที่มีอุณหภูมิ 170 °C ซึ่งได้จากการสันดาปของเชื้อเพลิงแกลบจากเตาเผารูปทรงกระบอกตั้งเข้าห้องอบแห้งอย่างต่อเนื่องที่ความเร็วลมร้อนที่ 1.1 m/s โดยที่ป้อนข้าวเปลือกสดลักษณะต่อเนื่องที่กำลังการผลิต 20 t/h ที่มีค่าความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 38.57 % wb. โดยกำหนดให้ค่าความชื้นสุดท้ายข้าวเปลือกเฉลี่ยเหลือ 18.05 % wb และดำเนินการทดสอบการอบแห้งข้าวเปลือกแบบไม่ระบายพื้นวันละ 12 ชั่วโมง โดยมีการใช้กำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมด 43.5 kW คิดเป็นค่าความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในรูปของพลังงานปฐมภูมิที่ 483.67 MJ/h และค่าพลังงานความร้อน 1,751.74 MJ/h รวมเป็นค่าความสิ้นเปลืองของการใช้พลังงาน 2,235.41 MJ/h โดยที่เครื่องอบแห้งข้าวเปลือกสดที่ได้ทดสอบนี้เป็นเครื่องที่ติดตั้งและใช้งานจริงในบริษัทโรงสีข้าวนาทอง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยการผลิตเป็นไปตามคำสั่งซื้อของผู้ส่งออกข้าวไทย ที่กำหนดให้ผลิตภัณฑ์เป็น Coarse Rice ตลอดช่วงฤดูการเก็บเกี่ยวปี พ.ศ. 2558 พบว่าเครื่องอบแห้งทำการอบข้าวเปลือกสดทั้งหมด 893 tons ภายในระยะเวลา 20 วันทำงาน และในระหว่างดำเนินการอบแห้งนั้น ทุกๆ หนึ่งชั่วโมง จะทำการเก็บตัวอย่าง 500 g ส่งให้หน่วยตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ตรวจ ผลของการตรวจสอบคุณภาพพบว่าได้ปริมาณข้าวกล้อง 423.1 g โดยคิดเป็นข้าวเต็มเมล็ด 64.2 % เป็นข้าวตัน 89.2 % เป็นข้าวหัก 10.8 %

**คำหลัก:** ข้าวเปลือก, อบแห้ง, ความชื้น, มีสท์โฟล

### Abstract

Fresh harvested paddy drying process is a most critical step in the rice production process in the current due to the costs arising from higher fuel costs for hot air generation. And also fresh harvested paddy using Combined-Harvester has many disadvantages with higher moisture than traditional human-harvested paddy, another is that each grain moisture is quite different and a relatively high impurity which could cause of the poor performance of both the quantity and quality of rice that could impossible to make profit as well as it should. The development of drying process for fresh harvested paddy with continuous



MUST FLOW technique is now developed and tested with the hot air of 180 °C generated from the combustion of paddy husk in cylindrical furnace of 1.1 m/s of entrance hot air velocity. It have working capacity of 20 t/h with an average initial moisture content of 43.5% wb. with the required final moisture paddy of 18.0% wb. of the continuous drying test with anonymous strains for 12 hours a day, show that the total electric power required is 43.5 kW, equivalent to primary energy consumption of 483.67 MJ/h and the direct heat 1,751.74 MJ/h as well as the energy consumption of 2,235.41 MJ/h obtained. These developed drying process is the actual industrial use and presently install at Na-Thong Rice Mill Company, Chachoengsao Province. The production is based on the order of rice exporter of Thailand that required to produce Course Rice for paddy harvested during 2015 crop year. For the total fresh harvested paddy of 893 tons dried during 20 working days with sampling rate of once per hour with 500 g paddy, the inspection result from quality control department found that the sampling product from continuous MUST FLOW dryer compose of the average amount of Brown rice of 423.1 g which account of 64.2% of full grain that could considered to 89.2% of head rice and 10.8% of broken rice after mill.

**Keywords:** Paddy, Drying, Moisture, MUST FLOW.

## 1. บทนำ

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไป พืชที่สามารถปลูกขึ้นในเขตศูนย์สูตร และเป็นที่ยินยอมและมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของมนุษยชาติ และเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลกคือข้าว ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากมีสารอาหารที่ร่างกายต้องการเป็นอย่างมาก ดังความตอนหนึ่งในพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เมื่อครั้งเสด็จพระราชดำเนินไปทอดพระเนตรโครงการพัฒนาพื้นที่บ้านโคกภูแวง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดนราธิวาส พ.ศ. 2536 ว่า “ข้าวต้องปลูก เพราะอีก 20 ปีข้างหน้าประชากรอาจจะ เป็น 80 ล้านคน ข้าวจะไม่พอ ถ้าลดการปลูกข้าวไปเรื่อยๆ ข้าวจะไม่พอ เราจะต้องซื้อข้าวจากต่างประเทศ เรื่องอะไร ประชาชนคนไทยไม่ยอม คนไทยนี้ต้องมีข้าว แม้ข้าวที่ปลูกในเมืองไทยจะสู้ข้าวที่ปลูกในต่างประเทศ ไม่ได้ เราก็ต้องปลูก”

ไม่ต้องแปลกใจ วันนี้นักคนไทยกำลังสร้างพลังแห่งประวัติศาสตร์ให้ข้าวที่ปลูกในประเทศไทยมีคุณภาพที่ดี และสามารถตอบสนองความต้องการของร่างกายโดยเทคนิคเฉพาะ โดยการนำข้าวจากท้องนาที่ไม่ผ่าน

กระบวนการทำแห้งใดๆ มาทำการลดความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือกด้วยกรรมวิธีการอบแห้งลักษณะมีสท์โพล จนได้ผลผลิตออกมาเป็น Coarse Rice

## 2. วัสดุ

กระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกสดนั้น จะเป็นการผลิตข้าวที่เหมาะสมกับยุคสมัยปัจจุบัน เพียงแต่จะต้อง ประณีตและต้องทำให้ทันต่อสภาพการณ์ของกระบวนการผลิตที่พอดีและเหมาะสม สำหรับกระบวนการลดความชื้นในข้าวเปลือกสดด้วยกรรมวิธีมีสท์โพลจะเป็นการควบคุมที่ประณีต อันเนื่องมาจากความชื้นสุดท้ายในข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการผลิตจะได้ค่าออกมาเกือบเท่ากันทุกเมล็ด ถึงแม้ว่าเมล็ดข้าวเปลือกที่ได้จากกระบวนการเก็บเกี่ยวด้วยรถจักรกลเก็บเกี่ยว ซึ่งจะให้เมล็ดข้าวเปลือกที่มีความแตกต่างของความชื้นสูงมาก และมีสิ่งเจือปนซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์มาก ด้วยเทคนิคมีสท์โพลของการลดความชื้นในเมล็ดข้าวเปลือกแต่ละเมล็ดนี้สามารถคัดแยกขนาดของเมล็ดแต่ละเมล็ดได้อย่างเป็นอิสระ และทำให้เกิดการยับยั้งตัวของเมล็ดข้าวเปลือกในมีสท์โพลเบดของการ

ลดความชื้นให้เป็นไปในเชิงพฤติกรรมอิสระ จึงเป็นเหตุให้เมล็ดข้าวเปลือกสามารถยับตัวไปข้างหน้าอย่างเป็นอิสระ และใช้เวลาเพียงพอดต่อการคายความชื้นภายในเมล็ดให้ออกมาสู่ผิวเมล็ด และสภาวะของมัสท์โพลเบตจะทำให้การย้ายความชื้นนี้ให้ออกไปจากห้องอบแห้งของระบบมัสท์โพล ซึ่งจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ควบคุมค่าความชื้นในมัสท์โพลเบตของการลดความชื้นให้มีประสิทธิภาพ ดังนั้นเมล็ดข้าวเปลือกแต่ละเมล็ดที่ยับตัวผ่านระยะตามความยาวของมัสท์โพลเบต จะเกิดการคายความชื้นให้ออกอย่างเป็นอิสระตามมิติของเมล็ดข้าวเปลือกแต่ละเมล็ด จึงเป็นผลทำให้เมล็ดข้าวเปลือกแต่ละเมล็ดที่หลุดออกมาจากมัสท์โพลเบตจะมีค่าความชื้นสุดท้ายที่เกือบเท่ากันทุกเมล็ด

ฉะนั้นสารอาหารที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวเปลือกแต่ละเมล็ดจะถูกสัมผัสความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการมัสท์โพล จะเป็นไปตามพฤติกรรมของการยับตัวเคลื่อนที่ในเบตของการลดความชื้น ทำให้มีการควบคุมเกิดเป็นปรากฏการณ์ที่จะทำให้เมล็ดข้าวเปลือกแต่ละเมล็ดมีเวลาที่เพียงพอและไม่เกิดอาการโดบความร้อนเกิน ทำให้สารอาหารในรูปของแป้งและกึ่งของแป้งมีการคายความชื้นในรูปของไอน้ำให้ออกไปจากเมล็ดข้าวเปลือกอย่างเพียงพอ ทำให้ได้เมล็ดข้าวเปลือกที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพที่ควบคุมสารอาหารที่ไม่ทำให้เกิดการคายไธระเหยที่จำเป็นและสำคัญ

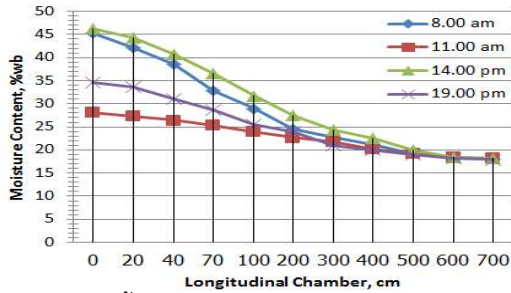
กระบวนการลดความชื้นในข้าวเปลือกสด จะมีขั้นตอนและกรรมวิธีการผลิตดังต่อไปนี้ ข้าวเปลือกสดที่ถูกเก็บเกี่ยวจากท้องนา จะถูกขนย้ายด้วยรถบรรทุกขนาดใหญ่ไปที่โรงสีข้าวที่ตั้งอยู่ในจังหวัดฉะเชิงเทรา จากนั้นพนักงานที่มีหน้าที่ตรวจวัดค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวเปลือก เพื่อจะได้กำหนดทิศทางและแนวทางการลดความชื้น เพื่อให้ได้ค่าตามที่หน่วยงานควบคุมคุณภาพกำหนด จากนั้นข้าวเปลือกสดจะถูกลำเลียงเพื่อป้อนเข้ากระบวนการทำความสะอาดโดยการคัดแยกสิ่งเจือปน เช่น ก้อนดิน หิน ท่อนฟาง เป็นต้น แล้วก็จะส่งเมล็ด

ข้าวเปลือกสดเข้าไปเตรียมในถังพัก (Hopper) และข้าวเปลือกสดจะถูกป้อนเข้าในห้องอบแห้งมัสท์โพล เมล็ดข้าวเปลือกแต่ละเมล็ดจะตกลงบนตะแกรงรองรับข้าวเปลือกด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก จากนั้นจะเกิดปรากฏการณ์การยับตัวไปข้างหน้าแบบอิสระ ทำให้เมล็ดข้าวเปลือกแต่ละเมล็ดมีพฤติกรรมแลกเปลี่ยนความร้อนและคายมวลความชื้นในมัสท์โพลเบต จนกระทั่งเมล็ดข้าวมีค่าความชื้นตามที่กำหนดก็จะหลุดออกไปจากมัสท์โพลเบตของการอบแห้ง จากนั้นจะนำข้าวเปลือกที่ผ่านการลดความชื้นแล้วไปพักในถังควบคุมการถ่ายเทของอากาศ เพื่อให้เมล็ดข้าวเปลือกแต่ละเมล็ดคายความร้อนสะสมจนกระทั่งเกือบเท่ากับบรรยากาศ

จากนั้นจึงนำข้าวเปลือกที่มีค่าความชื้นสุดท้ายตามที่กำหนดไปทำการกะเทาะเปลือกจนกระทั่งได้เป็นข้าวกล้องและแกลบ ต่อจากนั้นจะนำข้าวกล้องไปทำการขัดผิวที่เป็นเยื่อต่างๆที่หุ้มเนื้อเมล็ดข้าวออก จนได้เป็นข้าวสารที่มีชื่อเรียกว่า ข้าวซ้อมมือ หรือ Coarse Rice

### 3. ผลการทดลอง & การอภิปรายผล

จากการดำเนินการลดความชื้นในข้าวเปลือกสดที่เก็บเกี่ยวและขนย้ายมาถึงโรงสีที่จังหวัดฉะเชิงเทรา ก่อนข้าวเปลือกจะถูกส่งเข้ากระบวนการอบแห้งจะต้องถูกวัดค่าความชื้นเริ่มต้นเฉลี่ย 38.57 %(wb) แล้วทำการลดความชื้นจนกระทั่งเหลือค่าความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยเป็น 18.05 %(wb) ซึ่งจะใช้ข้อมูลหมุ้ในการอบแห้งภายในมัสท์โพลเบตเป็น 170°C ความเร็วของลมร้อนที่ไหลผ่านห้องอบแห้งลักษณะมัสท์โพลเป็น 1.1 m/s เครื่องอบแห้งมัสท์โพลมีกำลังการผลิต 20 t/h และทุก 20 นาที จะดึงตัวอย่างข้าวเปลือกในกระบวนการออกมา 500 g เพื่อทำการทดสอบคุณภาพของข้าวและตรวจสอบค่าความชื้นด้วยเครื่องวัด G-won/GMK-303



รูปที่ 1 ค่าความชื้นของข้าวเปลือกที่ผ่านกระบวนการลดความชื้นด้วยกระบวนการอบแห้งลักษณะมัสโทพล จะทำให้ได้ค่าความชื้นสุดท้ายที่เกือบเท่ากันทั้งหมด

ซึ่งเป็นที่รู้กันว่า ความชื้นในธัญพืชจะมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง อันเนื่องมาจากค่าของความชื้นจะเป็นตัวบ่งบอกว่าธัญพืชนั้นจะมีความปลอดภัยจากการเกิดเชื้อต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ และสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตข้าวค่าความชื้นสุดท้ายในเมล็ดข้าวเปลือกจะมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากความชื้นที่แตกต่างกันและเปลี่ยนแปลงไปนั้นจะทำให้เกิดผลต่อเมล็ดข้าวดังต่อไปนี้ คือ

1. ความชื้นจะมีผลทำให้เกิดจุลินทรีย์ในรูปของ microbial spoilage เป็นเหตุให้อายุของการเก็บรักษาข้าวมีความเสี่ยง และจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้ง่าย
2. ความชื้นจะมีผลทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่ออาหาร เพราะจะมีสารพิษที่เกิดจากจุลินทรีย์ในรูปของ pathogen, aflatoxin, pathulin
3. ความชื้นจะมีผลทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนแปลง เช่น ค่าของจุดเดือด ค่าความร้อน ค่าการนำความร้อน
4. ความชื้นจะมีผลทำให้สีของเนื้อแป้งคาร์โบไฮเดรตเปลี่ยนแปลง
5. ความชื้นจะมีผลทำให้ปฏิกิริยาการเกิดน้ำตาลจากคาร์โบไฮเดรตเปลี่ยนแปลง
6. และความชื้นจะมีผลทำให้ราคาของข้าวเปลือกในทางการเกษตรมีการเปลี่ยนแปลง

โดยทั่วไปในกระบวนการผลิตข้าวที่มีคุณภาพจะต้องมีวิธีการที่ละเอียดอย่างเหมาะสม ซึ่งจำเป็นต้องใช้ต้นทุน

ค่อนข้างสูงโดยเฉพาะกระบวนการอบแห้งลดความชื้นจะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นสองส่วนคือพลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้า

ในกระบวนการอบแห้งข้าวเปลือกสดที่ได้ออกแบบนี้จะเป็นการใช้ไฟฟ้ากระแสลักษณะสามเฟส 380 V. ซึ่งจะมีอุปกรณ์ที่จะต้องใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเป็นต้นกำลังสำหรับขับเคลื่อนให้เกิดระบบที่มีความสัมพันธ์กันทั้งหมด 15 รายการ โดยที่มีกำลังไฟฟารวม 140.33 kW ที่ปรากฏรายการอย่างละเอียดในตารางที่ 1 จะเป็นการวัดกระแสไฟฟ้าจากการดำเนินการอบแห้งจริงจากคำสั่งซื้อของคู่ค้า ในส่วนของข้าวเปลือกสดสามารถป้อนเข้าเครื่องอบแห้งซึ่งมีค่าความชื้นเริ่มต้นที่แตกต่างกันมากและจะให้ค่าความชื้นสุดท้ายที่มีค่าใกล้เคียงดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 เป็นการแสดงรายการอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในระบบการอบแห้งแบบมัสโทพลที่ใช้กำลังไฟฟ้าเพื่อการอบแห้งข้าวเปลือกสด

Item	Description	Ampere (A)	Power (kW)
1	Elevator 1	4.2	2.76
2	Cleaner	4.5	2.96
3	Elevator 2	4.2	2.76
4	Poro bed	7.5	4.93
5	Blower bed	10.5	6.91
6	Elevator 3	4.5	2.96
7	Blower Condi Tank	7.5	4.93
8	Condi Shuttle Valve	4.5	2.96
9	Elevator 4	4.1	2.96
10	Belt Conveyor	4.2	2.76
11	Screw Conveyor	1.2	0.78
12	Husk Feeder	1.5	0.98
13	Blower Feeder	2.8	1.84
14	Blade Furnace	2.9	1.90
15	Ash Conveyor	1.4	0.92

ในส่วนของการใช้พลังงานความร้อนซึ่งได้จากการสันดาปแกลบโดยตรงแล้วทำการกรองกระแสความร้อนส่งไปใช้งานอบแห้งๆ ที่ให้ข้าวเปลือกสดรวมทั้งหมด 893 ton สัมผัสกระแสความร้อนโดยตรง ดังที่แสดงรายละเอียดในตารางที่ 2 ที่สามารถทำการป้อนเป็นน้ำหนักแห้งของ

ข้าวเปลือกสดเฉลี่ย 19,942.086 kg/h โดยที่สามารถ  
ระเหยน้ำจากข้าวเปลือกสดที่อบแห้งด้วยเทคนิคมัสทิโพล  
เฉลี่ย 4,394.832 kg/h

ตารางที่ 2 แสดงอัตราการป้อนข้าวเปลือกสดในการ  
อบแห้งฯ และอัตราการระเหยน้ำจากระบบอบแห้ง  
ข้าวเปลือกเทคนิคมัสทิโพล

MC <sub>i</sub> (%db)	MC <sub>o</sub> (%db)	Feed Dry Matter (kg/h)	Water Evap. (kg/h)
36.05	19.55	19947.14	3381.04
37.93	19.15	19945.15	3745.69
36.05	19.19	19947.14	3363.08
53.36	19.35	19930.83	6778.47
42.85	19.25	19940.17	4705.88

ตารางที่ 3 แสดงอัตราการใช้แกลบเพื่อสร้างกระแส  
ลมร้อน และอัตราการใช้พลังงานปฐมภูมิเพื่อการอบแห้ง  
ข้าวเปลือกสดด้วยเทคนิคมัสทิโพล

Husk Fuel Kg/h	Electric Energy MJ/h	Thermal Energy MJ/h	Total Energy MJ/h
120.2	492.59	1,751.29	2,243.89
118.8	485.22	1,742.64	2,227.86
117.2	476.58	1,762.19	2,238.77
119.4	480.26	1,750.85	2,231.12

ตารางที่ 4 แสดงอัตราความสิ้นเปลืองพลังงาน  
จำเพาะของการอบแห้งข้าวเปลือกสดด้วยเครื่องอบแห้ง  
เทคนิคมัสทิโพลที่เป็นต้นแบบในเชิงพาณิชย์สำหรับโรงสี  
ข้าวนาทองเพื่อการส่งออก

Total Primary Energy MJ/h	Water Evap. kg/h	Specific Energy Consumption MJ/kg
2,243.89	5,374.67	418.52
2,227.86	5,166.75	431.34
2,238.77	5,263.45	389.09
2,231.12	5,673.77	385.75

ในส่วนของการใช้พลังงานซึ่งสามารถแปลงเป็น  
พลังงานความร้อนปฐมภูมิเพื่อการอบแห้งข้าวเปลือกสด  
ด้วยเทคนิคมัสทิโพลที่แสดงค่าอัตราการป้อนแกลบให้กับ  
เตาเผารูปทรงกระบอกตั้งที่ผลิตกระแสลมร้อน ซึ่ง

สามารถคำนวณค่าความสิ้นเปลืองพลังงานความร้อนปฐม  
ภูมิตั้งที่มีรายละเอียดในตารางที่ 3

ส่วนในรายละเอียดของค่าความสิ้นเปลืองพลังงาน  
จำเพาะที่แสดงในตารางที่ 4 เป็นการทวนสอบระบบการ  
อบแห้งข้าวเปลือกฯ เครื่องที่ใช้งานนี้ว่ามีความสามารถใน  
การระเหยน้ำตลอดเวลาของการดำเนินงานอย่างเป็น  
ระบบอย่างมีประสิทธิภาพ ในการดำเนินการผลิตข้าวเพื่อ  
การส่งออกนั้น จะเป็นการซื้อขายและส่งมอบครั้งละ  
มากๆ ดังนั้นหน่วยนับที่จะสามารถชี้บ่งถึงความสามารถ  
ของการทำกำไรเบื้องต้น ผู้ควบคุมการทำงานของระบบ  
จะต้องอ่านรายงานค่า SEC ที่มีค่าเต็มมาจาก Specific  
Energy Consumption เป็นค่าที่บ่งถึงกำไรหรือขาดทุน  
มากน้อยเพียงใดของระบบที่ดำเนินการนี้

สำหรับเครื่องอบแห้งที่ทำการวิจัยนี้ มีกำลังการผลิต  
ที่ 20 t/h ได้รับความร้อนโดยตรงจากเตาเผาแกลบรูป  
ทรงกระบอกตั้งที่เป็นเศษสิ่งเหลือใช้จากการสีข้าว ซึ่งจะมี  
ปริมาณความสิ้นเปลืองแกลบเฉลี่ย 118.9 kg/h เพื่อ  
สร้างกระแสลมร้อนส่งไปยังห้องอบแห้งแบบมัสทิโพล  
โดยที่สามารถคำนวณค่าพลังงานความร้อนปฐมภูมิเฉลี่ย  
1,751.74 MJ/h เมื่อรวมกับค่าพลังงานไฟฟ้าปฐมภูมิ จึง  
ได้เป็นพลังงานปฐมภูมิตั้งเฉลี่ย 2,235.41 MJ/h

#### 4. สรุปผล

สำหรับข้าวสาร Coarse Rice ที่ได้ผลิตด้วยกรรมวิธี  
อบแห้งลักษณะมัสทิโพล จะทำให้ข้าวสารมีค่าความชื้นที่  
เท่ากันเกือบทุกเมล็ด ทำให้มีคุณสมบัติที่ง่ายในการเก็บ  
รักษาได้ยาวนาน ไม่เกิดผลกระทบจากเชื้อจุลินทรีย์ หรือ  
สารพิษที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย หรือเชื้อรา ประกอบกับ  
ด้วยสมบัติที่เด่นของการลดค่าความชื้นในเมล็ดข้าว  
จนกระทั่งได้ค่าคงเหลือเป็นความชื้นสุดท้ายจะทำให้เกิด  
กระบวนการจิตาติโนซินในเนื้อเมล็ดข้าว ทำให้ได้มีการ  
ควบคุมการระเหยของสารอาหารที่จำเป็นอย่างประณีต  
จากการตรวจสอบตัวอย่างข้าวในกระบวนการผลิต ทำให้  
สามารถกล่าวได้ว่า Coarse Rice จะมีสารประกอบในรูป



ของเยื่อใยข้าว ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อระบบทางเดินอาหาร และ โดยจะเป็นข้อดีสำหรับการควบคุมระดับน้ำตาลในร่างกายให้มีเสถียรภาพลดอัตราเสี่ยง

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Yapha M., Bunyawanichakul P., and Hayinilah N.,2014, Must flow Dryer for Rough Rice the second international conference on green computing, technology and innovation, the Asia Pacific University of technology and Innovation, kualalumpur, Malaysia, March 18-20, P. 26-30.
- [2] Yapha M., Bunyawanichakul P., and Hayinilah N., 2014, coarse rice Products by must flow Fluidization techniques Diabetes Patents, international Journal at science and research (IJSR), issn: 2319-7064, Vol.3 issue 6, PP. 5
- [3] AOAC, 1995, official Method of Analysis, 16<sup>th</sup> Edition, the Association of official Analytical Chemists,
- [4] Mustafa Y., Nathawood D.,2012, Rectangular plane dryer for paddy drying, the 11<sup>st</sup> Conference on energy heat and mass transfer in thermal equipment and process, Haad chalao chanthaburi, PP. 6
- [5] Yapha M., and soponsonnadit S., 1994 Design and testing of pilot continuous fluidized Bed Paddy dryer , waster at of Engineering, Energy technology king Mongkut's university of technology thonburi, PP.89
- [6] สมชาติ โสภณธณฤทธิ, 2540 การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ, 335 หน้า