

เครื่องอบแห้ง เมล็ดข้าวโพดพลังงานชีวมวล

มาเรีย ทองประเสริฐ

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ

1. ความนำ

ปัจจุบันความซึ้งในเมล็ดข้าวโพด ก่อให้เกิดความสูญเสียผลผลิตทั้งในการเก็บรักษา และการแปรรูป ซึ่ง นำมาซึ่งการสูญเสียรายได้ทั้งในส่วนของเกษตรกร พ่อค้า และประเทศไทย และปัจจุบันที่น่ากังวลอย่างยิ่ง คือ ความซึ้งสูงในเมล็ดพืช ทำให้เกิดมะพร้าวท้ออกชิน โดยเฉพาะกับข้าวโพดซึ่งเป็นอัญมณีหลักชนิดหนึ่งอันเป็นแหล่งรายได้ของประเทศไทย ข้าวโพดซึ่งมีมะพร้าวท้อออกชินสูง เนื่องจากมีน้ำใบชี้เรียงลักษณะทำให้ตัวโรคช้าและเนื่องจากคละลมหายใจอาจถูกตายน้ำ ดังนั้นหลายประเทศผู้นำเข้าข้าวโพดจึงกำหนดปริมาณของมะพร้าวท้อออกชินสูงสุดที่ยอมให้นำเข้า ซึ่ง เลี้ยงลักษณะ เช่น ญี่ปุ่น ยอมให้มีไม่เกิน 20 พีบี (Part Per Billion) เกาหลี ยอมให้มีไม่เกิน 50 พีบี เป็นต้น

ในรอบหลายปีที่ผ่านมา ข้าวโพดจากไทยประสบปัญหานในการส่งออก เพราะมีปริมาณของมะพร้าวท้อออกชิน เฉลี่ยสูง เช่น ข้าวโพดเปล่งที่ใช้ประโยชน์กว่า 200 พีบี ประเทศไทยรับซื้อจะกดราคาเพื่อรับซื้อ กดราคายังคงต่อเนื่อง แม้จะมีมะพร้าวท้อออกชินสูงกว่า 200 พีบี ประเทศผู้รับซื้อก็จะ ไม่ยอมซื้อ แต่หากลดลงเหลือ 16 \$U.S./ตัน หรือในบางประเทศปฏิเสธที่จะนำเข้าข้าวโพดจากไทย เมื่อปริมาณของมะพร้าวท้อออกชินสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เช่น ญี่ปุ่น ดังนั้น ถ้าไม่มีการแก้ไขปัญหา ในอนาคตตลาดข้าวโพดไทยก็จะแย่ลง เรื่อยๆ และส่วนที่ขายได้จะได้ราคาต่ำ อันจะเป็นผลร้ายต่อเกษตรกรและเศรษฐกิจของประเทศไทย

การป้องกันการเกิดมะพร้าวท้อออกชินนี้ สามารถกระทำได้โดยใช้วิธีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมร่วมกับการอบแห้งซึ่งต้องกระทำตั้งแต่ระดับเกษตรกร ทั้งนี้ เพราะ เมื่ออบมะพร้าวท้อออกชินแล้ว การอบแห้งจะ เที่ยงแต่ชัยยับยั้งการเจริญเติบโต แต่จะไม่สามารถกำลังได้ ดังนั้นการที่จะหันมาใช้ค้าหรือผู้ซื้อรายใหญ่เป็นผู้ทำการอบแห้งแต่เที่ยงฝ่ายเดียว จะไม่มีทางลดปริมาณของมะพร้าวท้อออกชินลงในระดับที่ต้องการของผู้นำเข้ารายใหญ่ของโลกได้

จากการวิจัยในโครงการร่วมระหว่างรัฐบาลอังกฤษ-ไทย ในการผลิตข้าวโพดที่มีสารพิษของมะพร้าวท้อออกชินต่ำ [1] พบว่า สามารถผลิตข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนไม่ถูกการพิษของมะพร้าวท้อออกชินเฉลี่ย 2.5 พีบี (0-16 พีบี) ไปจนถึงที่ข้าวโพดของพ่อค้าท้องถิ่นรายย่อยหลังจากสีแล้ว 24 ชั่วโมง มีค่าสารพิษสูงกว่า 50 พีบี และข้าวโพดพ่อค้าท้องถิ่นรายใหญ่และชาวดี มีค่าสารพิษสูงกว่า 100 พีบี หลักการที่ใช้ในการผลิตข้าวโพดของมะพร้าวท้อออกชินต่ำ ประกอบด้วย

1. DAG ข้าวโพดที่ถึงอายุเก็บเกี่ยวให้แห้งบนเตาในเรือนร่ม 1-4 อาทิตย์ก่อนเก็บเกี่ยว เพื่อลดความชื้นลง เหลือต่ำกว่า 22%
2. สีข้าวโพดเมล็ดภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากเก็บเกี่ยว หรือย่างข้าวไม่เกิน 48 ชั่วโมง
3. จากนี้จนข้าวโพดใส่เครื่องอบภายใน 12 ชั่วโมงหลังจากสี
4. อบให้ความชื้นเหลือลดลงเหลือ 14% กายใน 48 ชั่วโมง บางส่วนที่มีความชื้นสูงกว่าค่าเหลือต้องน้ำเกิน 15%

จากผลการวิจัยดังกล่าว จะเห็นได้ว่า เป็นไปได้ที่ประเทศไทยจะสามารถผลิตข้าวโพดที่มีปริมาณกลูตามาติกสูง ที่ออกซินอยู่ในเกษตรที่ประเทศไทยน้ำเข้ากำหนด ซึ่งจะมีผลให้ไทยสามารถขยายข้าวโพดได้ในราคาน้ำเสียต่อกรัมต่ำกว่าประเทศอื่นๆ จำนวนมากและมีต้นทุนต่ำกว่าชั้น 4 และส่วนประกอบสำคัญส่วนมากที่สูง ซึ่งจะช่วยให้บรรลุผลลัพธ์ดังกล่าวคือ การวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งที่เหมาะสม

เพื่อช่วยในการใช้เครื่องอบแห้งมีความเป็นไปได้สำหรับระดับเกษตรกรหรือระดับสหกรณ์/ห้องค้าท้องถิ่น เครื่องอบแห้งควรมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนไม่สูงและใช้พลังงานสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เราได้ในห้องถิ่น นั่นคือ พลังงานเชิงแสงและพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อที่จะพัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวโพดซึ่งมีความเหมาะสมสมดังกล่าว คณะกรรมการสหภาพสหกรณ์ที่จัดทำโครงการวิจัยแห่งชาติและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงได้ทำการออกแบบและศึกษาการใช้งานของเครื่องอบแห้ง เมล็ดข้าวโพดขนาดความจุ 5 ตัน ที่ใช้ชีวนะเป็นแหล่งพลังงาน โดยทำการติดตั้งท่อสูบการใช้งานที่ร่องงานแสงของห้องค้าท้องถิ่น ต. เขาทินช้อน อ. หมู่ สารคาม จ. ฉะเชิงเทรา ระหว่างเดือน สิงหาคม-ตุลาคม 2531 ผลการศึกษาและวิจัยบางส่วนจะได้นำเสนอในบทความนี้

2. พลังงานเชิงแสง-แสงอาทิตย์

พลังงานสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารได้ในห้องถิ่นโดยที่ไม่จำเป็นต้องแสวงหาจากภายนอก ได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานเชิงแสงซึ่ง เป็นผลผลิตได้จากการผลิตเมล็ดพืช การใช้พลังงาน 2 ประเภท ดังกล่าวอาจเป็นการใช้พลังงานเชิงนิodic ชนิดแห้ง หรือใช้ส่องชนิดร่วมกัน การใช้พลังงานชนิดใดชนิดหนึ่งหรือใช้ร่วมกัน จำเป็นต้องพิจารณาทั้งจากประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการลงทุนใช้งาน

จากประสบการณ์ในการวิจัยและพัฒนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้เขียนได้พบว่า เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นเครื่องอบแห้งที่อาจพัฒนาให้มีความสะอาดในการใช้งานมากที่สุด แต่ก็มีข้อจำกัดในลักษณะที่ความไม่สม่ำเสมอของปริมาณความร้อนที่ได้ และข้อเสียซึ่งเป็นสาเหตุของการแสวงหาพลังงานเสริม

ก็คือ ในช่วงฤดูฝนเชิง เกษตรกร พ่อค้าและอุตสาหกรรม จำเป็นต้องใช้เครื่องอบแห้งน้ำมักจะมีบางช่วงที่มีฝนตกมากจนเครื่องอบมีสมรรถนะในการใช้งานค่อนข้างไม่อาจรักษาคุณภาพของ เมล็ดพืชบางชนิดไว้ได้ โดยเฉพาะ เมล็ดพืชที่มีความไวต่อการเกิดอะฟลาทิอกซิน เช่น ข้าวโพด ดังนั้นเมื่อจะนำผลิตงานแสงอาทิตย์มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีแหล่งผลิตงานความร้อนเสริม ชี้ควรเป็นผลิตงานชีวมวล นั้นคือถ้าจะใช้ผลิตงานแสงอาทิตย์ร่วมกับผลิตงานชีวมวล เครื่องอบแห้งจะต้องมีอุปกรณ์ผลิตลมร้อนสองชุด คืออุปกรณ์ผลิตลมร้อนจากผลิตงานแสงอาทิตย์ และเตาเผาชีวมวล

สำหรับการใช้ผลิตงานชีวมวลในการอบแห้ง อุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการผลิตลมร้อนคือเตาเผาชีวมวล เพื่อให้เครื่องอบแห้งมีความสามารถในการพึ่งพาตนเองได้ ปริมาณชีวมวลที่จะใช้ในการอบแห้งแต่ละครั้ง คือ ปริมาณเท่าที่ได้จากการผลิตเมล็ดพืชที่จะเข้าอบแห้งในแต่ละครั้ง ทั้งนี้ เพราะจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า การ

ทิ่งพืชชีวมวลจากภายนอกกระทำไม่ได้ เพราะอาจไม่มีชีวมวลที่ต้องการในเวลาที่ต้องการในระหว่างก้าลเดียง และต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการขนส่งมากในการแสวงหา ดังนั้นการใช้ผลิตงานชีวมวลสำหรับการอบ-แห้งอาจจะจำเป็นต้องมีผลิตงานเสริมหรือไม่ขึ้นกับปริมาณชีวมวลที่ผลิตได้เอง โดยที่ผลิตงานเสริมอาจเป็นได้ทั้งผลิตงานแสงอาทิตย์หรือชีวมวล ในกรณีที่สามารถหากาชีวมวลอื่นเป็นผลิตงานเสริมได้ ก็ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ผลิตงานแสงอาทิตย์ ทั้งนี้ เพราะ เตาเผาชีวมวลที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยนี้ เป็นแบบที่ใช้เผาชีวมวลได้ทุกชนิด การใช้ผลิตงานชีวมวลอื่นเป็นผลิตงานเสริม ทำให้ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนผลิตลมร้อนจากแสงอาทิตย์ แต่ทั้งนี้ต้อง ไม่มีปัญหาในการหาผลิตงานชีวมวลตั้งกล่าว

โดยสรุปเมื่อพิจารณาจากประสิทธิภาพของการอบแห้ง ถ้าจะใช้ผลิตงานแสงอาทิตย์เป็นผลิตงานแหลกในการอบแห้ง จำเป็นต้องมีระบบผลิตความร้อนเสริมซึ่งอาจใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง ดังนี้การใช้ผลิตงานแสงอาทิตย์ในการอบแห้ง ต้องการอุปกรณ์ในการผลิตลมร้อนจากแสงอาทิตย์และเตาเผาชีวมวลสำหรับการใช้ผลิตงานชีวมวลในการอบแห้ง ถ้าหากปริมาณชีวมวลที่ได้จากการผลิตเมล็ดพืชเพียงพอสำหรับการอบแห้ง หรือผลิตงานเสริมได้จากชีวมวล อุปกรณ์ในการผลิตลมร้อนต้องการเฉพาะ เตาเผาชีวมวล แต่ถ้าผลิตงานเสริมนี้เป็นผลิตงานแสงอาทิตย์อุปกรณ์ผลิตลมร้อนจะประกอบด้วย เตาเผาชีวมวลและอุปกรณ์ผลิตลมร้อนจากแสงอาทิตย์ ดังนี้เมื่อพิจารณาด้านค่าใช้จ่าย ถ้าความร้อนที่ได้จากชีวมวลเพียงพอสำหรับการอบแห้ง ก็ไม่มีความจำเป็นต้องเสริมด้วยผลิตงานแสงอาทิตย์

ผลการวิเคราะห์และทดลองพบว่า คือ 5 ตันข้าวโพด เราจะได้ชั้งข้าวโพดประมาณ 920 ก.ก. ที่ความชื้น 14% (มาตรฐานเบี่ยง) ซึ่งมากกว่าปริมาณความต้องการใช้สำหรับการอบแห้งข้าวโพด 5 ตันเท่ากับความชื้น 23% ลงมาที่ 14% ในเวลา 8 ชั่วโมงซึ่งจะใช้ชั้งข้าวโพดประมาณ 763 ก.ก. ดังนั้นเมื่อนำชั้งข้าวโพดมาใช้ในการอบแห้ง เมล็ดข้าวโพด จึงไม่มีความจำเป็นต้องมีผลิตงานแสงอาทิตย์

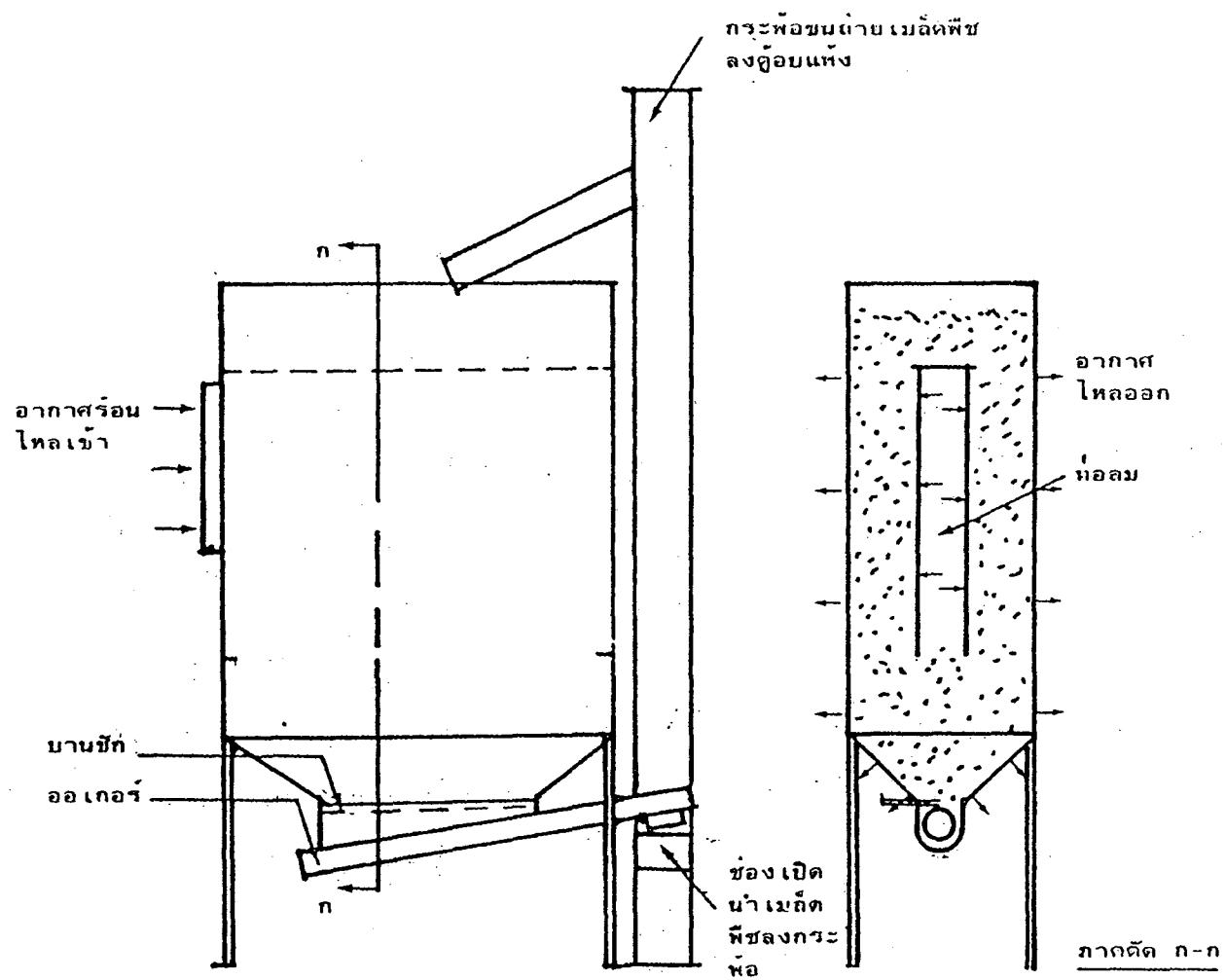
3. เครื่องออบแห้ง

เครื่องอบแห้ง เมล็ดข้าวโพดที่ออกแบนปั้นขนาดความกว้าง 5000 กิโลกรัม และระยะเวลาอบแห้งข้าวโพดที่ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 23% (มาตรฐานเปรียก) ลงมาที่ความชื้น 14% ไม่เกิน 1 คืนเวลาทำงานหรือ 8 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นข้าวโพดภายนอกแล้งการอบลมร้อนและรูปแบบของเครื่องอบง่ายต่อการก่อสร้างใช้งานข้าวโพดจะไม่เสียเนื้อเสี่ยงจากการอบ และเครื่องอบมีรูปทรง เหลี่ยม ดังที่แสดงในรูปที่ 1 อาการร้อนจากอุปกรณ์เล็กน้อยในเบ้าห้องอบอากาศติดตั้งกลาง เครื่องอบ ไม่ผลผ่านข้าวโพด และพากามชื้นจากข้าวโพดสูงมาก แยก ระหว่างการอบเมล็ดข้าวโพดจะไม่หลอกจากเครื่องอบทางด้านล่าง และถูกนำขึ้นส่วนบนโดยกระชับอยู่กับตัวข้าวโพดจะไม่มีกัน ความทันเมล็ดตัวข้าวโพดจะสูงมาก

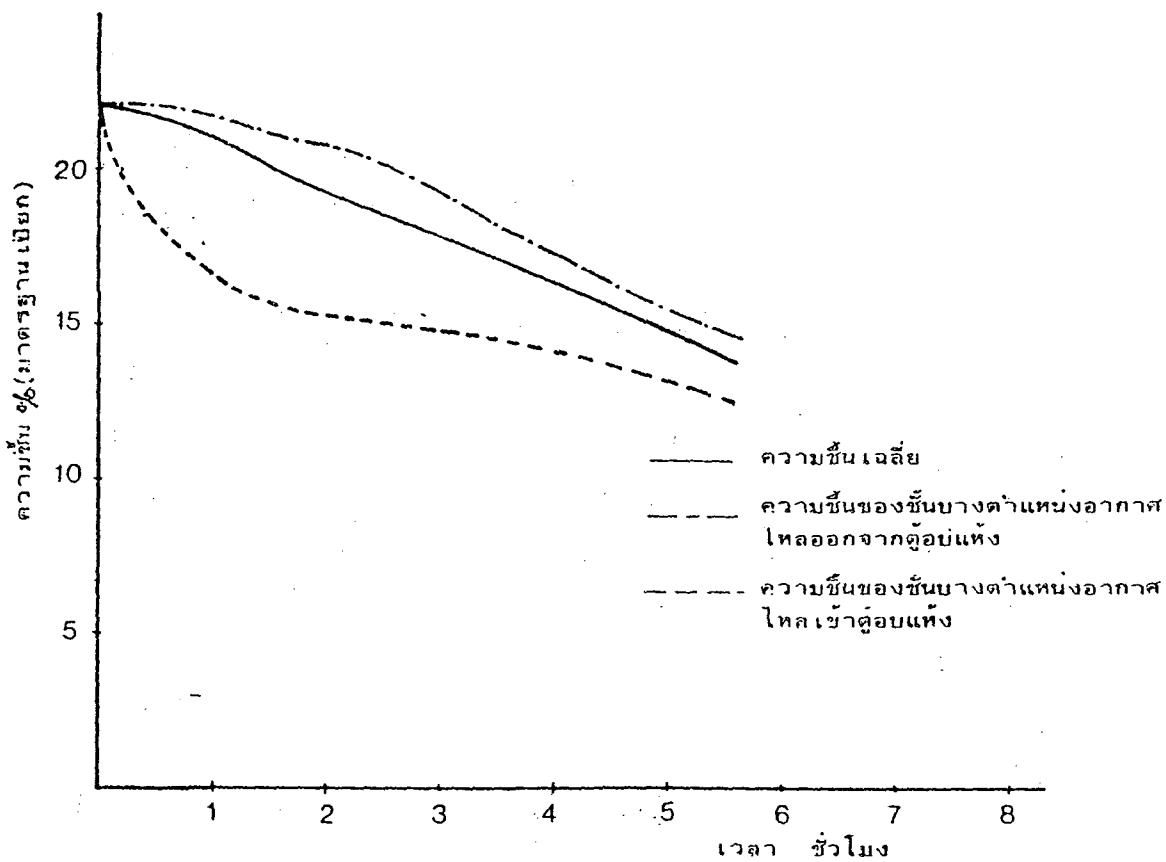
โดยที่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนการสอนแบบเครื่องออบมีมากขึ้น ได้แก่ อุปกรณ์และอัตราการไมล์ร้อน ความหมายของชั้นเรียนทั้งหมดและอัตราการไมล์ใหม่ เวียนเข้ามาในครั้งนี้ ทางการสอน การศึกษาเพื่อหาตัวแปรสอนแบบที่เหมาะสมจะใช้วิธีเคราะห์เชิงเบรียบเพื่อยกเว้นของการคำนวณสมรรถนะการอับจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของกระบวนการสอน กลุ่มของผู้สอนที่สนใจในสิ่งที่สอนและของสอนสูงกว่าจะถูกเลือกมาใช้เพื่อการสอน

ข้าวโพดในตู้อบซึ่งมีความหนานแน่นที่สุดทางการไฟล์ลมร้อนประมาณ 1.5 พุต ถูกน้ำมาบ่เป็นชั้นบางซึ่งมีความหนาประมาณสามชั้นของเมล็ดข้าวโพดจำนวนและรายชั้นวางติดต่อ กันแบบจำลองคณิตศาสตร์ของการอบแห้ง

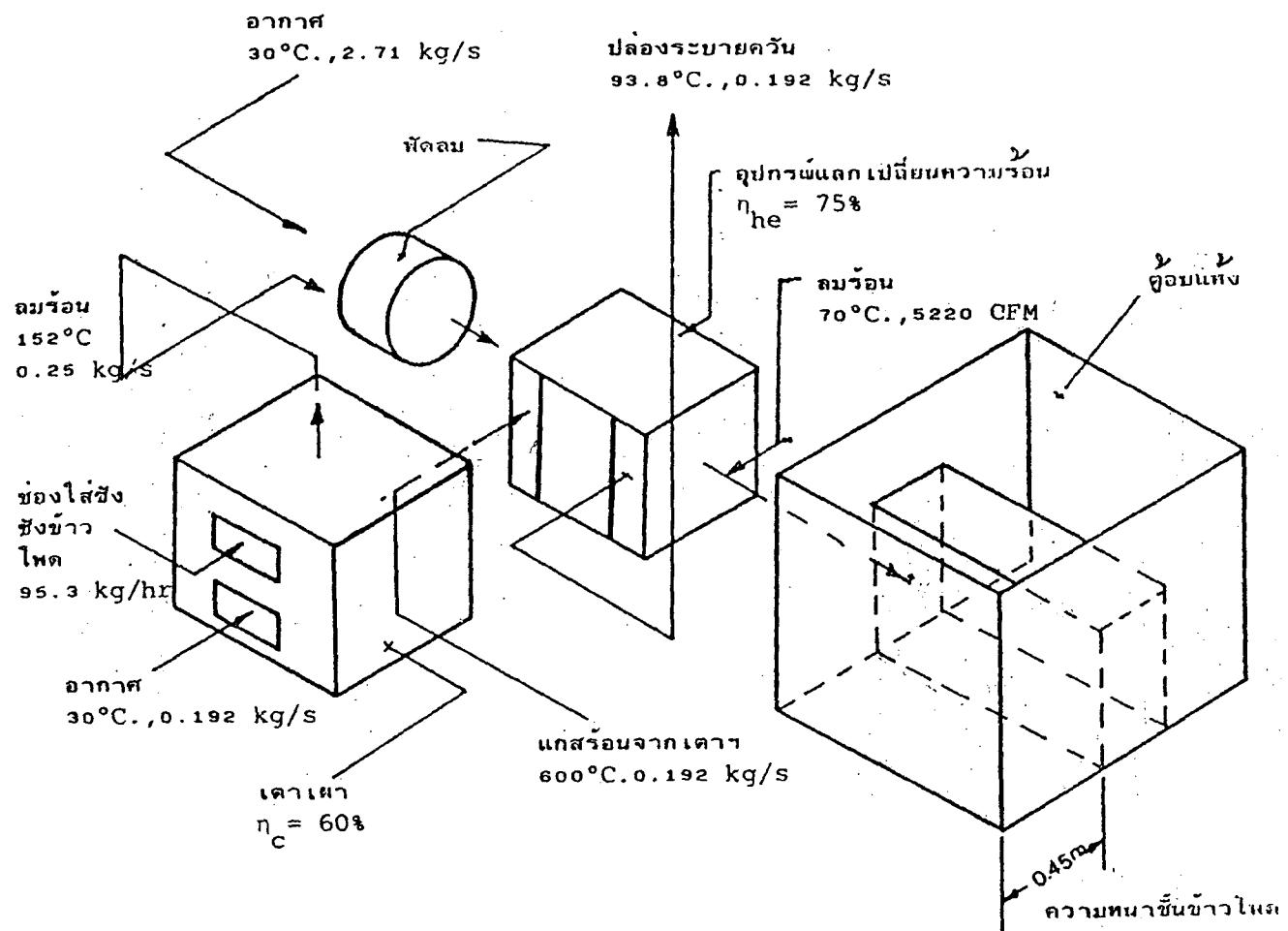
ข้าวโพดชั้นชั่งสร้างขึ้นเบรคอบด้วย สมการทรงมวลของน้ำภายในชั้นข้าวโพด สมการพลังงานของชั้นข้าวโพด และสมการอบทั้งชั้นเบรคของข้าวโพด วิธีการแก้สมการเพื่อหาค่าคงที่ของชั้นเบรคโดยด้วยความชันและอุณหภูมิเม็ดข้าวโพดที่เวลาใดๆ และสภาวะอากาศร้อนๆแล้วออกจากข้าวโพดระหว่างการอบจะใช้วิธีทางด้วยเลขและคอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณ การคำนวณจะทำให้ลับชั้นบางในเด็กยักษ์ที่อากาศร้อนชี้ไปแล้วออกจากชั้นบางไปตามค่าต่อไปนี้ ที่ได้ผลเสียข้าวโพดชั้นบางที่เกิดไป การคำนวณทำได้ด้วยกันจนเหลือชั้นบางสุดท้ายที่ลมร้อนไม่หลอกจากชั้นข้าวโพด สูตรประมาณการอย่างตื้อๆ ของไฟร์กอนพาร์เตอร์ชื่อ BCD(Batch Corn Dryer) ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้คำนวณสมรรถนะของการอบจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ดังกล่าว รายละเอียดของ BCD จะบันทึกไว้ในเอกสารอ้างอิง [2] เนื่องจากไฟร์ BCD นำไปใช้งานสำหรับกระบวนการอบเบรคของข้าวโพดมีความชันและอุณหภูมิเริ่มต้นค่าใดๆ ปริมาณเสียข้าวโพดและอัตราการไนลมร้อนแต่ละหน่วย และสภาวะลมร้อน(ความชื้นและอุณหภูมิ) ได้ ผลลัพธ์ที่ BCD แสดงคืออัตราการลดความชื้นของข้าวโพดนำเข้าอบและระยะเวลา เวลาของกระบวนการอบ ตัวอย่างของการคำนวณแสดงในรูปที่ 2 โดยการใช้ซอฟแวร์ BCD โดยวิธีดังกล่าวกับตัวแปรเหล่ายกกลุ่ม กลุ่มของตัวแปรซึ่งให้สมรรถนะของการอบคือความชื้นข้าวโพดภายนอกแล้วการอบสม่ำเสมอ (ความชื้นข้าวโพดชั้นเบรคที่คำนวณแล้ว) ให้ผลลัพธ์ที่ดีและมีความถูกต้อง ตัวแปรของกระบวนการอบที่แนะนำจะกำหนดขึ้นได้ดังที่แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 1 เครื่องอบแห้ง เมล็ดข้าวโพด ส่วนที่เป็นต่อกันและอุบกรรณ์เก่าเมล็ดข้าวโพด



รูปที่ 2 ค่าความซึ้นของข้าวโพดที่ต้มแห่งลมร้อนแลเห็นและไอล้อกตู้อบซึ่งได้จากการคำนวณโดย BCD อุณหภูมิลมร้อน 70°C . อัตราการไอลوخองลมร้อน $127.5 \text{ lb/hr. sq.ft.}$ ความหนาของข้าวโพด 1.5 ft. อัตราการไอลوخอนเรียบข้าวโพด 2 hr/cycle



รูปที่ 3 แสดงการต่อเข้าด้วยกันของอุปกรณ์ เครื่องอบแห้งข้าวโพดเพลิงงานซีวมวล

อุปกรณ์ผลิตลมร้อน

อุบกรัมเมลิตลอมร้อฟแลกเลิคลอมร้อนที่จะอาทติอุณหภูมิประมาณ 75°C เพื่อใช้ในกระบวนการกรอง ส่วนประกอบของอุบกรัมเมลิตแสดงในรูปที่ 3 ประกอบด้วยเตาเผาซึ่งข้าวโพเดมลิตแก๊สร้อน และอุบกรัมเมลักเปลี่ยนความร้อนขนาดของเตาเผาซึ่งข้าวโพเดและห้องดูดอากาศเข้าเตาถูกกำเนิดโดยอัตราแก๊สไฟฟ้าหมุนจากเตาเพียงพอ กับการใช้หลักลอมร้อนที่อุบกรัมเมลักเปลี่ยนความร้อน และการเผาน้ำสมบูรณ์ภายในเตา

โดยการคำนวณแกลร้อนจากเดาอุณหภูมิประมาณ 600 C. ที่อัตราการไอนล 192 ก.ก./วินาที อัตราการใช้ชั้งข้าวโพด 95.3 ก.ก./ชั่วโมง แกลร้อนเก่าที่ผลิตได้ลัง เข้าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแกลร้อน และลมร้อนในหลอดคัตตันและ ไม่สมกัน ลมร้อนเก่าที่ผลิตได้ที่อุณหภูมิ 75° C. ที่อัตราการไอนล 2.96 ก.ก./วินาที

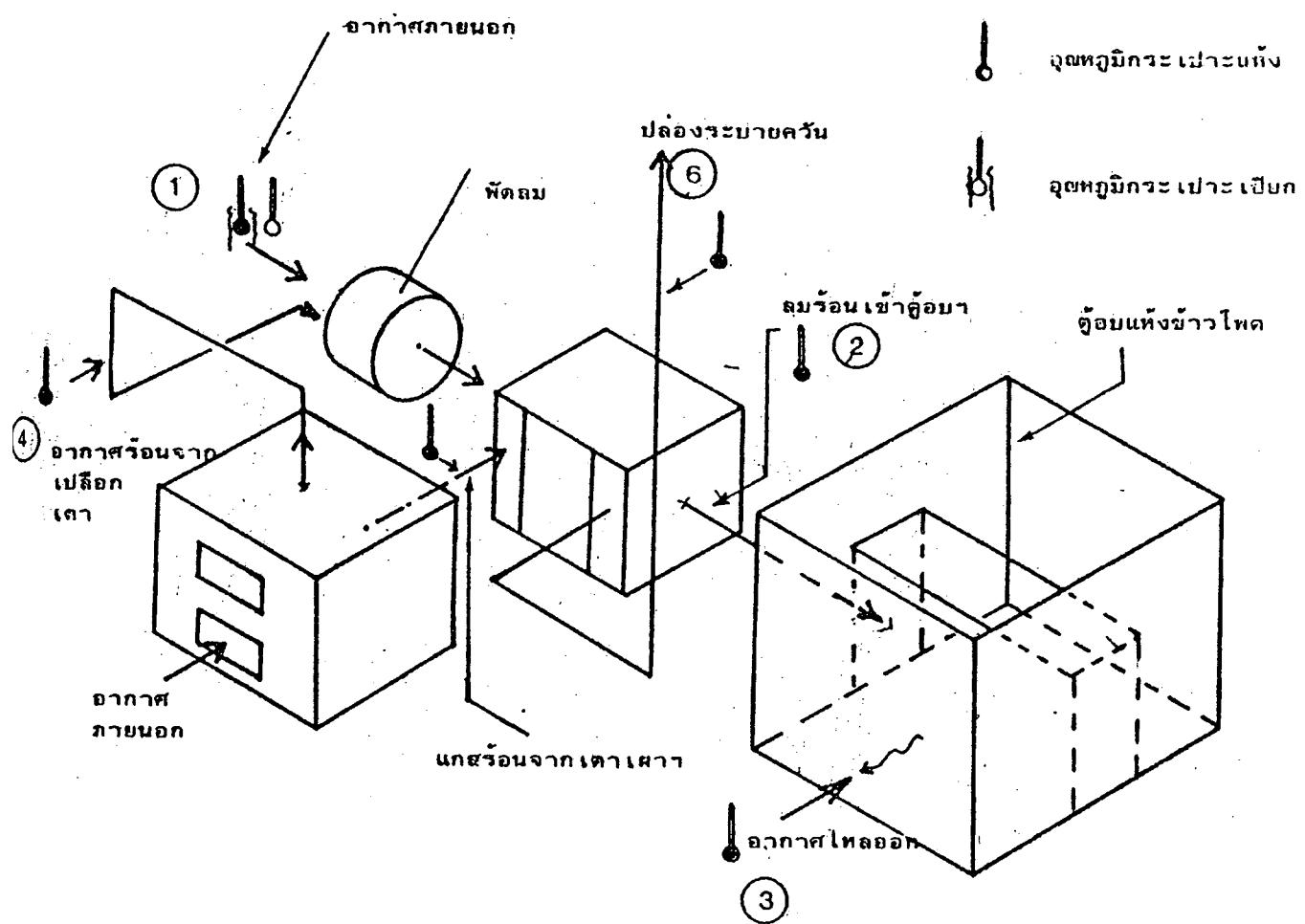
เตาเผาซึ้งข้าวโพเด็ททำขึ้นจากเหล็กแผ่นหนาประมาณ 1/8 นิ้ว ขนาด 1.4x1.4 เมตร จำนวน 6 ชิ้น นำมาขัดเข้าด้วยกันให้ขอบด้านลักษณะเกลี้ยง ผังโดยรอบของเตาด้านนอกที่มีด้วยเปลือกเตาทำด้วยเหล็กแผ่นเบอร์ 22(หนาประมาณ 0.7 ม.ม.) และเตาทำงานอาหารจากภายนอกถูกดูดผ่านช่องทางไอลรระบำหัวทั้งเตาและเปลือกเตา กล้ายเป็นลมร้อนไว้แล้วเข้าเสียบลมร้อนจากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน และถูกนำไปใช้ในกระบวนการอบแห้ง การออกแบบเตาลักษณะดังกล่าวจะลดการสูญเสียความร้อนที่หนัก เตาทำให้ประสิทธิภาพเริงความร้อนของอุปกรณ์มีต่ำลงร้อยละ

4. ແລກ ລາຍລະອຽດ

เพื่อให้บรรลุถึง เป้าหมายของงานนี้จัย การทดลองใช้เครื่องอบเมล็ดข้าวโพดเป็นไปเพื่อ

1. ประ เนิ้นความถูกต้องของสมรรถนะการอับแพ็งชั่ง คำนวณโดยใช้ซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ BCD
 2. ประ เก็บสมรรถนะของอุปกรณ์ลิตiumร้อนชั่ง ประกอบด้วย เตาเผาและอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน
 3. ให้ชี้ เทคนิคสมมติฐานการใช้ งานและการความคุณใช้ เครื่องอับแพ็ง

ผู้จัดข้าราชการ เลขที่ 2 เดือน สิงหาคม-คุณ 2531 การทดลองประกอบด้วย การศึกษา การใช้และช่วงเวลาที่ต้องใช้เพื่อเหลือง เต่า การวัดอัตราการ ไฟฟ้าและอุณหภูมิในเรือนี่ผลได้ การวัดอุณหภูมิของแก๊สเรือนจากเตา การวัดอุณหภูมิลักษณะน้ำเหลืองจากชุดหัวใจ และการวัดความชื้นที่หัวใจระหว่างการอบ หลังจากการอบแล้วและครั้ง จะนำผลการทดสอบมาประ นีนและทำการแก้ไขเครื่องอบแห้ง เลขที่ ล้วนที่ทำงานนี้ ตรงตามเป้าหมาย เนื่องจากผู้จัดมีความประ จำกัด หัวใจสับดา ๒ การทดลองอบจึงทำเฉพาะวันหยุดสุดสัปดาห์ จำกัด ๖ ครั้งซึ่งเนื่องจากบาระยะ เวลาที่ใช้แก้ไขเครื่องอบ ระยะ เวลาที่ใช้ทั้งสิบประมาณ ๒ เดือน ระหว่าง การทดสอบได้ติดต่อ กับผู้รับผิดชอบที่ดำเนินการต่อไป ทางด้านที่แสดงในรูปที่ ๔



รูปที่ 4 แสดงคำແນ່ເຕີດຕັ້ງອຸປະກສົວອຸພທິກູນີຂອງເຄົ່າອຸປະກແນ້ງ

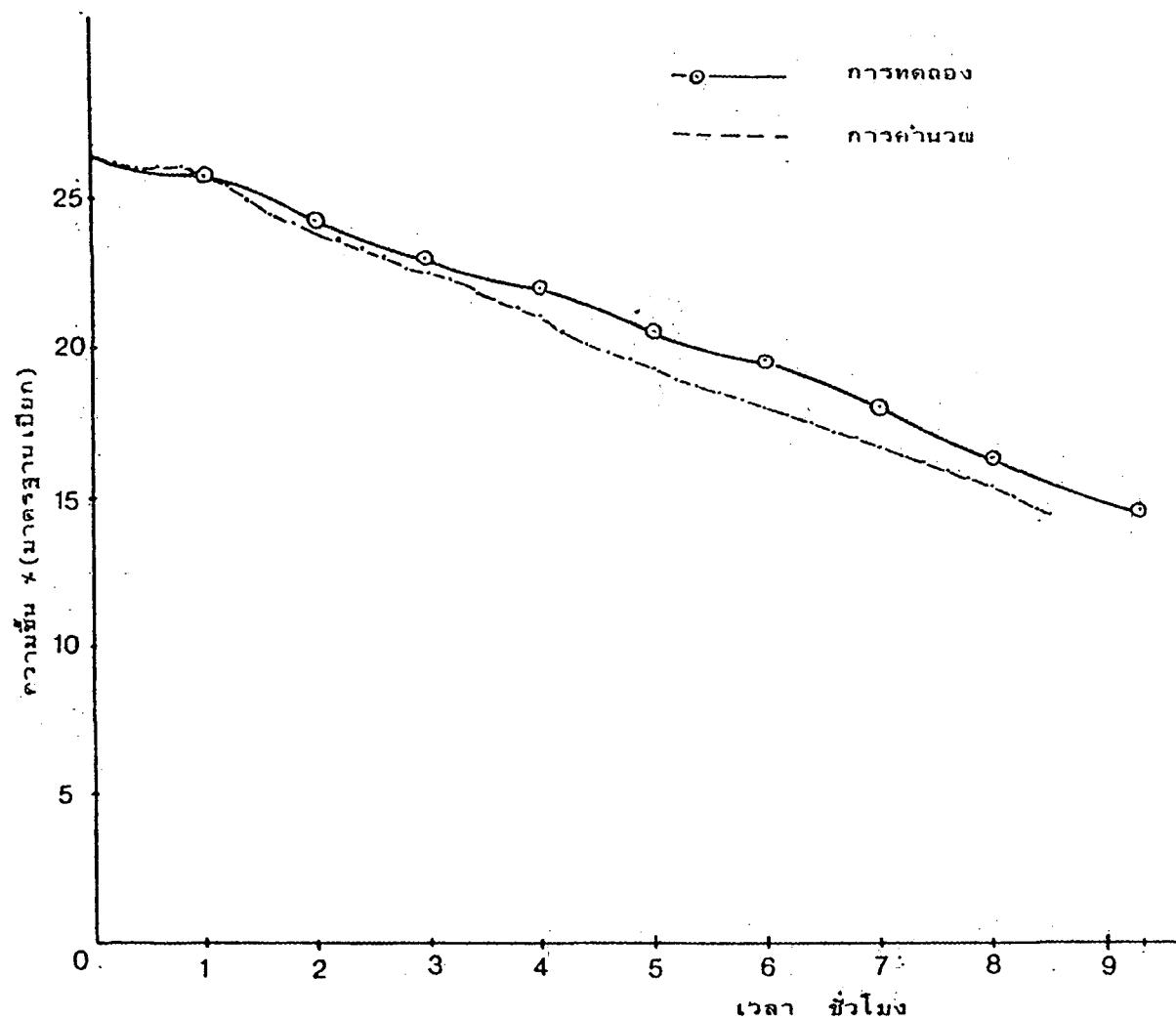
การประ เมื่อผลของการทดสอบชั้น BCDF

การประ เมื่อผลสำหรับตัวอย่างแห้ง เมล็ดข้าวโพด บันทึกความชื้นเริ่มต้น และน้ำหนักข้าวโพดที่นำเข้าอบ ระหว่างการอบบันทึกอุณหภูมิและความชื้นของลมร้อนซึ่ง ไอลเข้าและ ไอลออกจากชั้นข้าวโพด ความชื้นข้าวโพด ระหว่างการอบ การควบคุมการไอลหมุนเวียนข้าวโพด เมื่อเสร็จสิ้นการอบ นำข้อมูลซึ่งบันทึกไว้มาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าของ BCDF นำผลของการทดลองอบชั้นประกอบด้วยอุณหภูมิและความชื้นลมร้อน และความชื้นข้าวโพด มาเปรียบเทียบกับผลที่คำนวณโดย BCDF

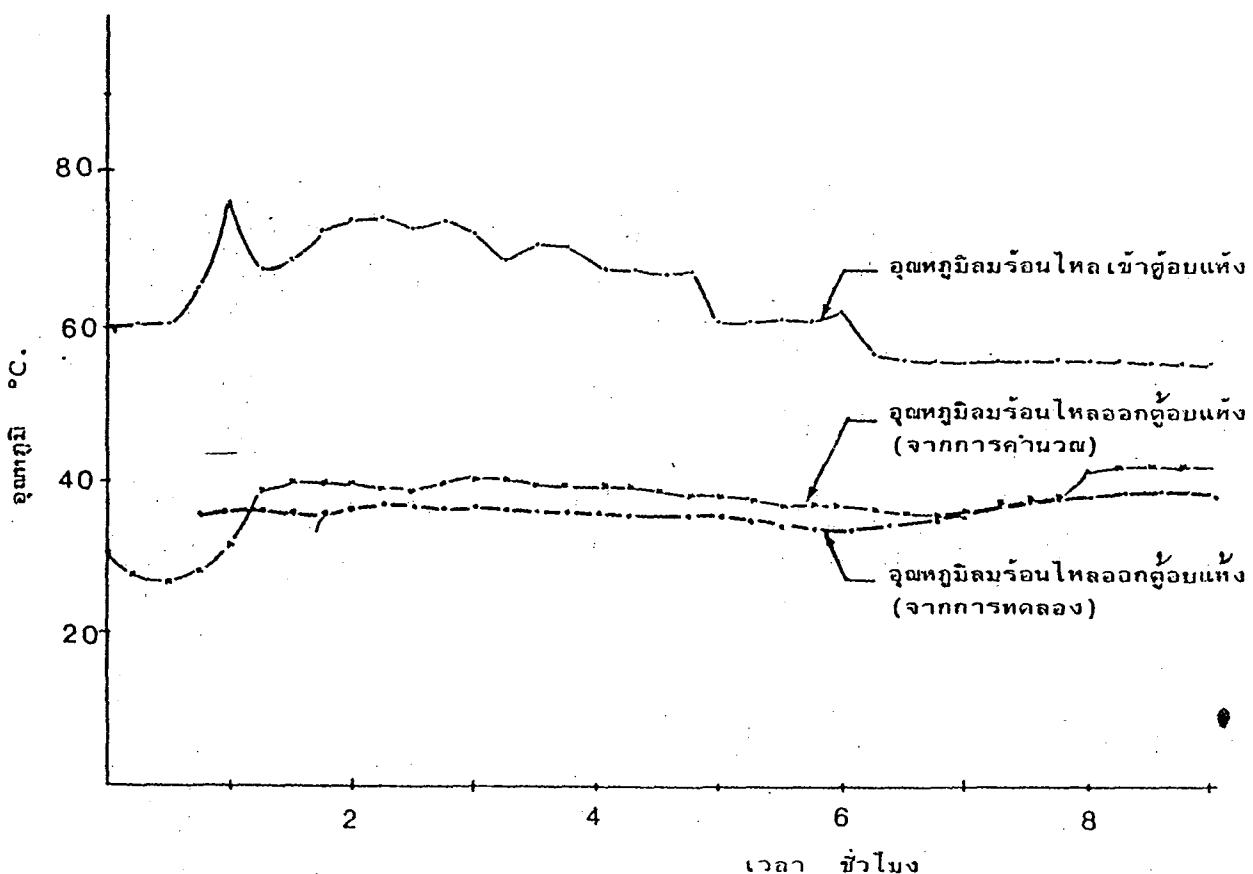
รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะการอบแห้ง เมื่อนำเครื่องอบไก่คลองใช้งานกับผลการคำนวณ อัตราการไอลลมร้อนเท่ากับ 135.9 บอนด์/ตารางฟุต ชั่วโมง ข้าวโพดนำเข้าอบความชื้นเฉลี่ย 26.5% ชั้นข้าวโพดมีความชื้นประมาณ 17% ระยะเวลาใช้ลดความชื้นข้าวโพดให้ลงมาที่ 14.5% เท่ากับ 9 ชั่วโมง ระหว่างการอบอยู่ในช่วงเวลากลางคืนและมีฝนตก เนื่องจากความชื้นข้าวโพดเริ่มต้นสูงและชั้นข้าวโพดซึ่งกว่าที่ประ ภัยไว้ (เท่ากับ 14%) บรรยายกาศความชื้นสูงและอุณหภูมิต่ำ ทำให้อุณหภูมิลมร้อนเด่นกว่าที่ประ ภัยไว้ (เท่ากับ 14%) บรรยายกาศความชื้นสูงและอุณหภูมิต่ำ ทำให้อุณหภูมิลมร้อนเด่นกว่าที่ประ ภัยไว้ ดังนั้นระยะเวลาใช้ในการอบต้องมากกว่าที่ประ ภัยไว้ ความชื้นข้าวโพดตัดจากกระบวนการทดลองและจากการคำนวณมีค่าใกล้กัน สำหรับอุณหภูมิลมร้อนไอลออกจากชั้นข้าวโพดซึ่งวัดระหว่างการทดลองกับค่าที่คำนวณได้แสดง เชิง เปรียบเทียบ ในรูปที่ 6 การเปรียบเทียบในลักษณะตั้งกล่าวที่การทดลองหลายครั้งให้ผลในลักษณะเดียวกัน ทำให้เชื่อได้ว่า ซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ BCDF ที่พัฒนาขึ้นอาจนำไปใช้ท่านายสมรรถนะการอบแห้งข้าวโพดได้

ผลการประ เมื่อสมรรถนะของอุปกรณ์ลิตตอนได้จากการทดลองและการคำนวณแสดงในรูปที่ 7 ภาย ในรูปดังกล่าวประ ลิทิกภาพเชิงความร้อนของอุปกรณ์ลิตตอนไม่สม่ำเสมอซึ่ง เนื่องมาจากอัตราการ เติมสั่ง ข้าวโพดลง เคาน์เตอร์ไม่สม่ำเสมอ และความชื้นชั้นข้าวโพดที่จัดแนวมาไม่สม่ำเสมอ ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การเผา ไม่แน่นอน ตั้งนี้อุณหภูมิลมร้อนที่ผลิตได้จะผันแปรในช่วง $70^{\circ} - 80^{\circ}\text{C}$. ทางด้านการควบคุมการใช้งาน ผู้วิจัยพบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิลมร้อนเท่าผลิตได้ต่ำเมื่อว่าการเติมสั่งข้าวโพดลง เดียวจะไม่สม่ำเสมอ ผู้ ใช้เครื่องอบอาจใช้เวลาเป็นตัวกำหนดการเติมสั่งข้าวโพดลง เดียว หรืออาจดูปริมาณเชือกเหลืองที่เหลือในเดา เป็นระยะ โดยคุณว่าเชือกเหลืองเพียงเท่าไรจะหมดก็จัดการเติมสั่งข้าวโพดลง เดาก็ได้

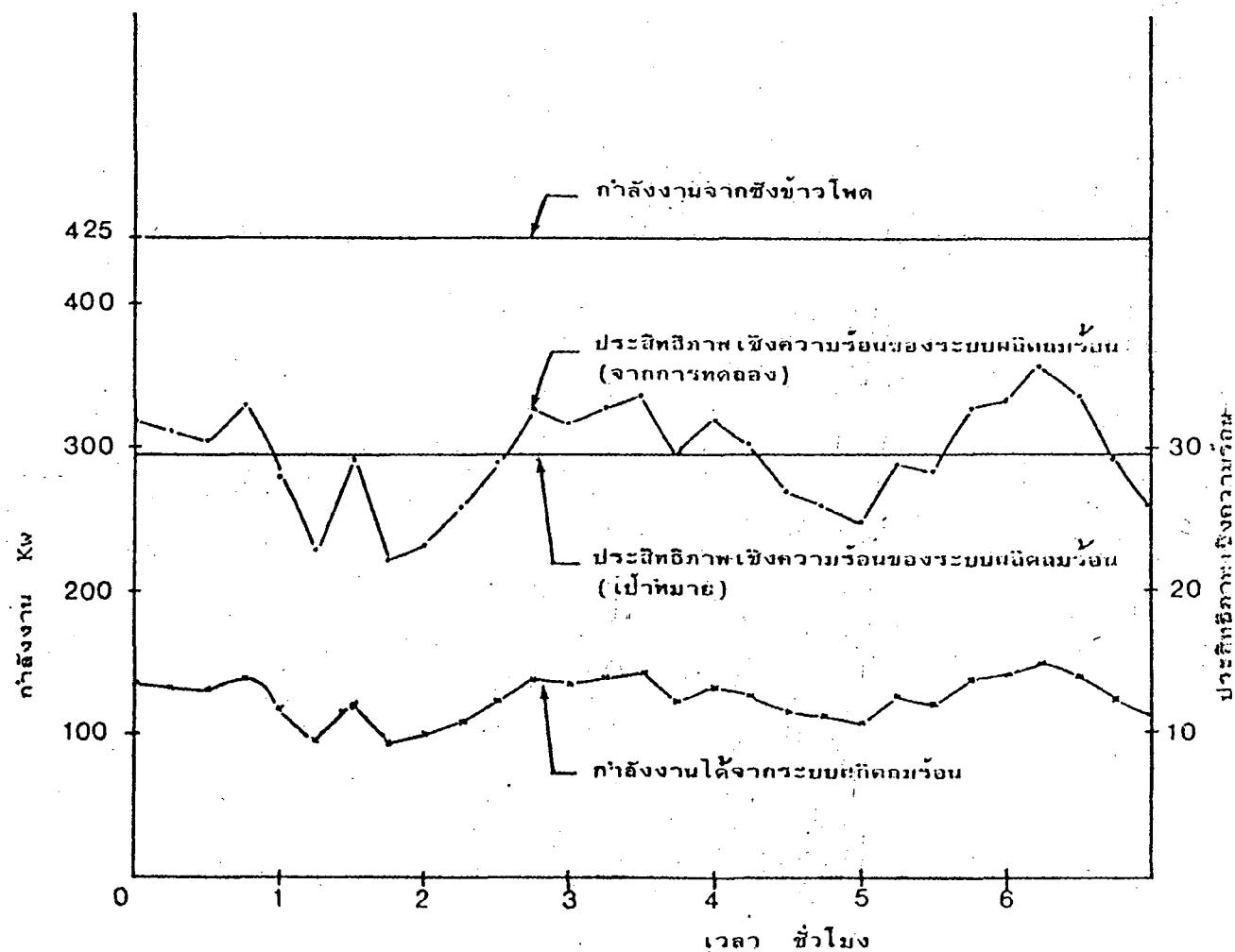
ทางด้านการควบคุมต้องเพื่อให้ข้าวโพดมีความชื้นสม่ำเสมอภายหลังการอบ อัตราการไอลหมุนเวียนข้าว โพดต้องค่อนข้างต่ำกว่า 1 ชั่วโมง/รอบ และอัตราการไอลลมร้อนผ่านข้าวโพดไม่ต่ำกว่า 136 บอนด์/ตารางฟุต ชั่ว- โมง หรือสำหรับเครื่องอบขนาด 5 ตัน ชั้นข้าวโพดหนา 1.5 ฟุต อัตราการไอลลมร้อนไม่ต่ำกว่า 5398 ลูก บาศก์ฟุต/นาที



รูปที่ 5 เปรียบเทียบความเสื่อมข้าวโพดจากการหดลดลงของแท้ข้าวโพด 5180 kg. กับความเสื่อมข้าวโพด
ซึ่งได้จากการคำนวณโดย BCD อัตราการไอลลมร้อน 5398 CFM อัตราการไอลลมูนิเวียน
3 hr/cycle



รูปที่ 6 เปรียบเทียบอุณหภูมิล้มร้อนในหลอดอุ่นจากตู้อบแห้ง จากการคำนวณโดยซอฟแวร์คุณพีเคอร์ BCD และจากการทดสอบ ของการอบแห้งข้าวโพด



รูปที่ 7 สมรรถนะเชิงความร้อนอุปกรณ์ผลิตภัณฑ์ร้อน

5. ความเป็นไปได้ด้านการใช้งานเชิงพาณิชย์

ผลจากการใช้งานเครื่องอบแห้งข้าวโพดที่ใช้สังขาราโพดเป็นแหล่งพลังงานผลิตความร้อน มีความเป็นไปได้ทางเทคนิค แต่ก็ยังมีปัญหาด้านความซึ้งของชั้นของชั้น เนื่องจากกระบวนการจะต้องการกระเทาะ เมล็ดข้าวโพดจะมีความซึ้งหากกับความซึ้งของเมล็ด การใช้งานที่มีความซึ้งนี้ในการผลิตลมร้อน จะมีปัญหาด้านความร้อนและเบี่ยง และปริมาณความร้อนที่ได้ต่ำและไม่สม่ำเสมอ การแก้ไขในเรื่องนี้อาจทำได้โดยการตากชั้นให้แห้งซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน

ผลการวิเคราะห์ค่าเสียของการอบแห้ง จากการประเมินโดยอาศัยค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการทดลองและกำบังเดดเจ็อนไซการวิเคราะห์ให้อยู่การใช้งานเครื่องอบแห้ง 10 ปี ดอกเบี้ยสำหรับการลงทุน 15% ต่อปี ระยะเวลาการใช้งานเครื่องไฟฟ้า 360 ครั้ง/ปี(ระยะเวลาใช้งาน 6 เดือน อบวันละ 2 ครั้ง) ต้นทุนการใช้งานเครื่อง 360 ครั้ง/ปี จะเป็น 69 บาท/ตัน ถ้าใช้งาน 270 ครั้ง/ปี ต้นทุนจะเป็น 74 บาท/ตัน และถ้าใช้งาน 180 ครั้ง/ปี ต้นทุนจะเป็น 83 บาท/ตัน ซึ่งต้นทุนดังกล่าวจะต่ำกว่าราคาค่าอบแห้งเมื่อโรงงานหรือเกษตรกรนำไปจ้างอบ

จากการสอบถามพบว่า ราคาค่าอบแห้ง 100 บาท/ตัน แต่ผู้รับจ้างอบจะตัดน้ำมันก๊าซข้าวโพดตามความซึ้งของข้าวโพดเข้าอบโดยจะบดเป็นจำนวนเต็ม เช่น ข้าวโพด 1 ตันความซึ้ง 25% ต้องการบดถึง 14.5% น้ำมันก๊าซหายไปเนื่องจากน้ำมันก๊าซหายไปจะประมาณ 123 ก.ก. แต่ผู้รับจ้างอบจะคิดเป็น 200 ก.ก. ดังนั้นผู้รับจ้างอบมองจากจะได้ต่ำกว่าจ้างอบแห้ง 100 บาท/ตันแล้ว ยังไงด้วยข้าวโพดแห้งอีกส่วนหนึ่งด้วย นอกจากนี้ผู้จ้างอบยังต้องเสียค่านสั่งงานการนำข้าวโพดไปรับการอบและนำข้าวโพดแห้งกลับมา

ดังนั้น เมื่อเทียบค่าใช้จ่ายที่ผู้จ้างอบจะต้องเสียไปเพื่อการอบแห้งกับต้นทุนการอบแห้งของเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้ ก็อาจจะกล่าวได้ว่าไม่ใช่ที่ควรนำมาลงทุนเมื่อเครื่องอบแห้งไว้ใช้เอง ซึ่งนอกจากจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการอบแห้งแล้วยังอาจหารายได้จากการรับจ้างอบด้วย

การพัฒนาความเป็นไปได้ด้านเทคนิคและเคมีรุศาลต์ พบว่าความเป็นไปได้ด้านเชิงพาณิชย์อย่างไร ก็ตาม ความเป็นไปได้ทั้งสองด้านไม่ใช่สิ่งที่จะประกันความสำเร็จของการผลิตเครื่องอบแห้งดังกล่าวออกจำหน่าย ปัญหาสำคัญอย่างยิ่งของการไฟฟ้าที่จำเป็นต้องพึ่งพาความต้องการไฟฟ้าอย่างมาก ก็คือ ผลกระทบผู้บริโภค

เมื่อแรกที่มีการรับจ้างและพัฒนาเครื่องอบแห้งข้าวโพดลังงานชีวนะนี้ ลูกค้าเข้ามายังการเผยแพร่ก็คือ เกษตรกรและกลุ่มเกษตรกร ทั้งนี้ เพราะต้องการที่จะใช้ เครื่องอบแห้งเป็นเครื่องมือสำหรับการบังกัน การเก็บมะลิห้องซึ้ง แต่จากการสำรวจและการสอบถามพบว่า เกษตรกรชาวไร่ข้าวโพดและชาวนาจะมีปัญหานในการยอมรับเครื่องอบแห้งที่คล้ายกัน ปัญหาที่สำคัญที่ 2 ประการ คือหัวใจคือเกษตรกรต่อการอบแห้ง และกลไกการซื้อขายผลิตผล

พัศน์คติของเกษตรกรล่อการอุบแห้ง ก็คือ - เกษตรกรเขื่องว่าประดิษฐ์จะขายผลผลิต้าคราค้าที่ตีขึ้นเพื่อผลผลิตแห้ง จะไม่คุ้มกับรายได้ที่สูญเสียไปเนื่องจากน้ำหนักที่หายไปเนื่องจากการอุบแห้ง

สำหรับกลไกการซื้อขายผลผลิต ก็คือ ระบบการซื้อขายผ่านห้องค้าคนกลางใน 2 ลักษณะ คือ เกษตรนำ
น้ำยาฯให้ห้องค้าที่ใช้โล หรือพ่อค้าบาร์บี้ซื้อถึง ไว้ การรับซื้อลักษณะใด ขึ้นกับความต้องการข้าวโพดของตลาด
เมื่อมีความต้องการข้าวโพดมาก ห้องค้าคนกลางจะไปรับซื้อถึงไว้ แต่เมื่อความต้องการข้าวโพดมีน้อยและ

เกษตรกรมีความจำเป็นต้องใช้เงิน ก็อาจนำข้ายาให้ก่อค้าที่ไซโล แต่ถ้าไม่มีความจำเป็นต้องใช้เงินก็จะเก็บเป็นหักไว้ในยังคงเพื่อรอให้ได้ราคาที่ต้องการ ส่วนการซื้อขายอาจอยู่ในรูปของข้าวโพดผักหรือข้าวโพดเม็ด เกษตรกรจะไม่มีเครื่องสีกระ เท่าน เมล็ด ในการซื้อก่อค้าไปช้อปปิ้ง ไม่ตกลงราคาแล้ว พ่อค้าจะ เป็นผู้นำ เครื่องสีไปทำการสีเอง ราคากลางของข้าวโพดผักจะถูกกว่าราคากลางของข้าวโพดเม็ดประมาณ 35% ในการที่เกษตร เป็นผู้ขายข้าวโพดเม็ดเอง ก็อาจนำข้าวโพดฝักไปจ้างสี(ค่าสีประมาณตัวละ 8 บาท) ปัจจุบันที่เกิดขึ้นจากระบบ การซื้อขายข้าวโพดจะคล้ายกับระบบการซื้อขายของชาวนา กล่าวคือ พ่อค้าคนกลางสามารถทำกำไรได้มาก กว่า เมื่อซื้อขายข้าวโพดซึ่งหรือข้าวโพดผัก และระดับความซึ้งเท่าไหร่จะจัดให้รู้ว่าซื้อเรื่องแห่ง ขึ้นกับวินิจฉัยของ พ่อค้าซึ่งมักจะใช้ร้อยละ 10% ของจำนวนหรือใช้พันแบบ เว่อรวมกับหักคดิ เรื่องรายได้สูญเสีย เนื่องจากน้ำหนักที่หายไป เมื่อทำการอบแห้ง เกษตรกรจึงไม่เห็นประโยชน์ในการอบแห้ง นอกจางานที่ต้องคนกลางบางส่วนยังทำการ ออกรเงินกู้ให้แก่เกษตรกร เพื่อทำการปลูกข้าวโพด การขาดใช้หนี้เงินอยู่ในรูปของข้าวโพดซึ่งพ่อค้าจะรับไปแล้ว การเก็บเกี่ยว และมักจะรับซื้อส่วนใหญ่เหลือจากการขายแล้วด้วย หักคดิของพ่อค้าคนกลางต่อการอบแห้ง จึงมีผลต่อความสันໃชของ เกษตรกร

จากปัญหาสังคมล้าหลังดัน ที่ทำให้พอจะมองเห็นได้ว่า การเผยแพร่เครื่องอบแห้ง เมล็ดพืชใน
ระยะ เกษตรกรและกลุ่มเกษตรกร คง เป็นนาฬิกาแยก แต่ว่า ภัยทางประสนความสำเร็จได้มากกว่าถ้ามีการสนับ
สนับและการเผยแพร่เครื่องอบแห้งนี้สู่ผู้ค้าคอกกลางระดับท้องถิ่น และแม้ว่าการใช้เครื่องอบแห้ง จะไม่ได้ใช้ใน
ระดับเกษตรกร จากรัฐการเก็บเกี่ยวและการซื้อขายที่ข้อมูลในปัจจุบัน การบังกับและผลักท่องเที่ยวนี้ไปจะได้ใน
ระดับที่หากล้าเดียงกับการใช้ในระดับเกษตรกร ดังนั้นการสนับสนุนให้ผู้ค้าท้องถิ่นใช้เครื่องอบแห้ง อบแห้งข้าว
ให้ดีแล้วจากการสืบ (ไม่เกิน 48 ชั่วโมง) ก่อนที่จะบรรจุในส่วนของอาหารหรือของงานอุดสาครรน น่าจะเป็น
ช่องทางที่เหมาะสมในการลดปริมาณและผลักท่องเที่ยวน้ำหนักทั้ง เพื่อการบริรักษากายภาพและ เพื่อการ
ส่งออก

6. สุรุป

จุดประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องอบเมล็ดข้าวโพด ขนาดความจุ 5 ตัน ใช้ชั้งข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิงผลิตลมร้อน การออกแบบเครื่องอบไห้มีชั้นล่างซึ่งถอดและประกอบได้ง่ายเพื่อการขยายไปใช้อบพืชได้หลายชนิด แต่การศึกษามีเวลาจำกัดจึงทดลองอบเฉพาะ เมล็ดข้าวโพด ขั้นตอนแรกของการวิจัย เป็นการสร้างซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ของระบบการอบแห้งข้าวโพด เพื่อใช้คำนวณตัวแปรของการออกแบบ เครื่องอบแห้งที่เหมาะสม ขั้นที่สอง เป็นการจัดสร้างเครื่องอบแห้งขนาดความจุ 5 ตัน ตามแบบที่ได้จากการศึกษาขั้น และได้นำเครื่องอบไหติดลังกัดลองอบข้าวโพดเพื่อการประเมินความถูกต้องของซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ ส่วนรถนะ เครื่องอบจาก การทดลองถูกนำมาเบริกับเทียบกับค่าชั้งคำนวณจากซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ซึ่งพัฒนาขึ้น

เครื่องอบใช้งานได้สำหรับการวิจัย อุปสรรคระหว่างการใช้งานได้รับการแก้ไข โดยสรุปซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ของการอบแห้งข้าวโพดซึ่งสร้างขึ้นถูกต้อง อาจนำไปใช้ศึกษาเพื่อออกแบบเครื่องอบแห้งข้าวโพดได้ สำหรับอุปกรณ์ทางด้านเทคนิคด้านการนำเครื่องอบไหสร้างใช้งานนั้นผู้วิจัยมีความเห็นว่าไม่มี จะมีเฉพาะด้านการเผยแพร่ เพื่อให้เครื่องอบได้รับการยอมรับจากผู้ใช้

กิจกรรมประภากาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุน การวิจัยและการพัฒนาเครื่องอบแห้ง เมล็ดพืชพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ชีวมวล ซึ่งเป็นที่มาของบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

- รายงานเรื่องจะไฟฟ้าห้องอบชินในข้าวโพด โครงการร่วมระหว่างรัฐบาลอังกฤษ-ไทย เอกสารของกรมส่งเสริมการเกษตร
- นาโน ทองประเสริฐ และคณะ "เครื่องอบแห้ง เมล็ดพืชพลังงานร่วมแสงอาทิตย์-ชีวมวล" รายงานวิจัย ประจำเดือนธันวาคม ประจำปี 2529 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ