



สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ปัญหาของข้าวโพดในระดับเกษตรกร คือ ปัญหาเรื่องความชื้นที่มีค่อนข้างสูงในข้าวโพด เกษตรกรส่วนใหญ่ต้องนำข้าวโพดที่มีความชื้นสูงไปตากแบบธรรมชาติ แต่เนื่องจากพื้นที่ที่ต้องใช้ในการตากแห้งข้าวโพดต้องใช้เป็นบริเวณกว้างขวางมาก กอปรกับช่วงที่เก็บเกี่ยวข้าวโพดอยู่ในช่วงฤดูฝนพอดี ทำให้ไม่สะดวกและยังมีผลเสียมากกว่าผลดี ทั้งนี้เพราะข้าวโพดที่มีความชื้นอยู่ค่อนข้างสูงเมื่อนำไปตากแห้ง แต่ไม่สามารถทำให้แห้งได้ภายใน 2-3 วัน ก็จะเกิดเชื้อราและความชื้นของข้าวโพดก็จะกลับสูงขึ้นอีกคล้ายกับข้าวโพดที่ยังไม่ได้ทำการตากแห้งแต่อย่างใด การสร้างเครื่องอบแห้งข้าวโพดเพื่อใช้อบแห้งข้าวโพด จึงเป็นแนวทางที่จะแก้ไขปัญหานี้ในเรื่องพื้นที่ที่ต้องใช้ตากแห้ง และฝนซึ่งอาจจะตกลงมาในขณะที่กำลังตากแห้งข้าวโพดอยู่

ในการสร้างเครื่องอบแห้งข้าวโพดสำหรับเกษตรกร จำเป็นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการทำงานและการบำรุงรักษา เครื่องอบแห้งแบบกระบะเป็นเครื่องอบแห้งที่ได้สร้างและนำไปใช้กับข้าวโพดของเกษตรกร พบว่ามีปัญหาเรื่องความแตกต่างของค่าความชื้นข้าวโพดด้านในกับด้านนอกมีค่ามาก และเพื่อที่จะทำให้ข้าวโพดที่อยู่ด้านนอกมีค่าความชื้นลดลงจนถึงจุดที่ต้องการ ก็อาจทำให้เกิดการอบแห้งที่เกินพอ (over dry) สำหรับข้าวโพดที่อยู่ด้านในได้

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องอบแห้งแบบกระบะนั้นสามารถจะแก้ไขได้โดยให้มีการอบแห้งไปพร้อม ๆ กับการทำให้เมล็ดข้าวโพดมีการผสมผสานกันไปด้วย ลักษณะนี้จะคล้ายกับการผัดอาหาร เช่น ข้าวผัด ถ้าใส่ข้าวลงไปในกระทะแล้วรอให้ข้าวที่อยู่ด้านบนแห้งแล้ว ข้าวที่อยู่ด้านล่างติดกับกระทะก็จะไหม้ไปก่อน การคนเพื่อให้เกิดการคลุกเคล้าผสมกันอยู่เรื่อย ๆ ก็จะทำให้ข้าวแห้งได้อย่างทั่วถึง เป็นต้น

เครื่องอบแห้งข้าวโพดแบบกระบะชนิดเมล็ดไหลหมุนเวียน เป็นเครื่องอบแห้งแบบกระบะที่มีการผสมผสานกันของเมล็ดข้าวโพดหลังจากที่ได้มีการอบแห้งผ่านไประยะเวลาหนึ่งแล้ว ในการศึกษาเครื่องอบแห้งข้าวโพดแบบกระบะชนิดเมล็ดไหลหมุนเวียน ได้ทำการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และได้ทำการทดลองอบแห้งข้าวโพดกับเครื่องอบแห้งข้าวโพดแบบกระบะชนิดเมล็ดไหลหมุนเวียน

ผลจากการศึกษา โดยการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองแบบ ๔ กับผลที่ได้จากการทดลอง พบว่าแบบจำลอง ๔ จะให้ผลที่สอดคล้อง และใกล้เคียงกับการทดลอง ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นพบว่าส่วนใหญ่จะเกิดจากการสูญเสียความร้อนของเมล็ดข้าวโพด นอกจากนั้น

ยังมีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากเครื่องมือวัดอีกด้วย

เนื่องจากโครงสร้างของตู้อบแห้งประกอบด้วยเหล็กฉาก, เหล็กแผ่นและตะแกรง
รู ในบางส่วนของตู้อบแห้งจะต้องมีเหล็กฉากเป็นโครงและใช้เหล็กแผ่นปิดทับ เมล็ดข้าวโพดก็
จะสามารถถ่ายเทความร้อนให้เหล็กนั้นได้ ซึ่งเหล็กก็จะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศที่อยู่รอบตู้อบ
แห้งอีกต่อหนึ่ง ในขณะที่มีการไหลหมุนเวียนของเมล็ดข้าวโพด โดยใช้ screw conveyor นำ
เมล็ดข้าวโพดไปป้อนให้กับ bucket conveyor เมล็ดข้าวโพดก็จะมีการสูญเสียความร้อนให้กับ
screw conveyor และ bucket conveyor ส่วนหนึ่งเพราะ screw และ bucket มีโครง
สร้างทำด้วยเหล็ก นอกจากนั้นเมื่อเมล็ดข้าวโพดถูกนำกลับขึ้นไปยังด้านบนของตู้อบแห้ง ถ้าการ
ไหลหมุนเวียนเป็นไปอย่างช้า ๆ ก็จะทำให้เมล็ดสัมผัสกับอากาศที่อยู่ด้านบนของตู้อบแห้ง ได้นาน
ยิ่งขึ้น ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศนั้นมีมาก การสูญเสียทางด้านความร้อนของ
เมล็ดข้าวโพดจะสะสมกันตั้งแต่เริ่มทำการอบแห้งจนถึงสิ้นสุดการอบแห้ง ทำให้ผลที่ได้จากการทดลอง
ต้องคลาดเคลื่อนไปจากการจำลองแบบ ๔

นอกจากนั้นเครื่องมือวัด และการวัดโดยใช้สายตาอ่านจากเครื่องมือวัดไม่
สามารถที่จะทำการวัดให้ละเอียดเท่ากับที่คอมพิวเตอร์ได้คำนวณออกมาเป็นตัวเลขทศนิยมมาก ๆ
ได้ เช่น การวัดค่าความชื้นของข้าวโพดจะสามารถอ่านค่าที่วัดได้ โดยกะประมาณค่าที่ถูกต้องได้
เป็นตัวเลขทศนิยมเพียงหนึ่งตำแหน่ง ซึ่งค่าที่อ่านได้โดยใช้สายตาก็จะสามารถผิดพลาดได้ถึง
 ± 0.5 % มาตรฐานเบี่ยง การวัดค่าความชื้นของข้าวโพดต้องทำติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ จึงต้องมี
คนคอยสลับเปลี่ยนกันวัดค่าความชื้น จึงทำให้ความผิดพลาดในส่วนของเครื่องมือและผู้ทำการวัดค่า
เอง ก็มีอยู่พอสมควร

ผลจากการศึกษาจากแบบจำลอง ๔ ถึงตัวแปรที่สำคัญต่อการอบแห้งข้าวโพดแบบ
กระบะชนิดเมล็ดไหลหมุนเวียน พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง และเวลาที่ต้องใช้ไป
ทั้งหมดในการอบแห้งข้าวโพด มีดังนี้

5.1.1 ความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพด ในช่วงที่ไม่มีฝนตกก่อนการเก็บเกี่ยวติดต่อกัน
หลายวัน ข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวได้สามารถจะนำมาสีและนำเมล็ดข้าวโพด ไปอบแห้งได้เลยโดยมี
ความชื้นเริ่มต้นในการอบแห้งที่ไม่สูงมากนัก ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาและพลังงานที่ใช้ในการอบ
แห้ง จากการทดลองได้นำเอาข้าวโพดที่มีความชื้นเริ่มต้นค่อนข้างสูง คือ ประมาณ 26 %
มาตรฐานเบี่ยงมาทดลองอบแห้ง โดยมีอุณหภูมิของลมร้อนเฉลี่ย 146.9 องศาฟาเรนไฮท์ อัตรา
การไหลของอากาศ 90.25 lb/hr. sq. ft ระยะเวลาของการอบแห้งเฉลี่ย 3 ชั่วโมงต่อรอบ
ให้เหลือความชื้นสุดท้าย 14.5 % มาตรฐานเบี่ยง จะต้องใช้เวลาการอบแห้งทั้งหมด 14 ชั่วโมง
15 นาที และจากการนำเอาข้อมูลต่าง ๆ จากการทดลองไปคำนวณโดยใช้แบบจำลอง ๔ พบว่า
จะต้องใช้เวลาการอบแห้งทั้งหมด 12 ชั่วโมง 35 นาที ในการอบแห้งที่เงื่อนไขเดียวกันกับการ

ทดลอง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพดให้เหลือเพียง 22 % มาตรฐานเบี่ยงจากการศึกษาจากแบบจำลอง ๙ พบว่าจะต้องใช้เวลาในการอบแห้งทั้งหมดเพียง 8 ชั่วโมง 19 นาที ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่คนปกติสามารถจะทำงานได้ดี

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพดเป็นตัวแปรที่สำคัญในการอบแห้งข้าวโพด ค่าความชื้นเริ่มต้นของข้าวโพดของข้าวโพดจะมีค่าสูงหรือไม่ ขึ้นอยู่กับตอนเก็บเกี่ยวข้าวโพดเป็นสำคัญ เกษตรกรควรเลือกเก็บเกี่ยวข้าวโพดในช่วงที่ฝนทิ้งช่วง 1-2 วัน เพื่อให้ฝักข้าวโพดไม่เปียกน้ำ ฝักข้าวโพดสามารถที่จะเก็บไว้ได้นานกว่าเมล็ดข้าวโพดโดยไม่เกิดเชื้อราดังนั้นเมื่อฝนเริ่มทิ้งช่วง 1-2 วันก็ควรเก็บฝักข้าวโพดไว้ก่อนเพื่อรอการสีและอบข้าวโพดต่อไป

5.1.2 อุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้งในการทดลองอบแห้งข้าวโพดโดยใช้ซึ่งข้าวโพดเป็นเชื้อเพลิง พบว่าอุณหภูมิของลมร้อนมีค่าไม่เกิน 185 องศาฟาเรนไฮท์ ในบางครั้งที่ทำการศึกษาอุณหภูมิของลมร้อนมีค่าต่ำเพราะซึ่งข้าวโพดมีความชื้นอยู่มาก ทำให้ในการเผาไหม้ต้องใช้ความร้อนจำนวนหนึ่งไประเหยน้ำออกจากซึ่งข้าวโพดก่อน ความร้อนที่ได้จากการเผาซึ่งข้าวโพดขึ้นจึงมีค่าต่ำ อุณหภูมิของลมร้อนที่เหมาะสมสำหรับอบแห้งข้าวโพดที่ใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์นั้นควรมีอุณหภูมิไม่สูงกว่าอุณหภูมิวิกฤติของข้าวโพดสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ซึ่งเท่ากับ 185 องศาฟาเรนไฮท์

จากการศึกษาจากแบบจำลอง ๙ พบว่าอุณหภูมิของลมร้อนยิ่งมีค่าสูงจะทำให้เวลาที่ใช้ในการอบแห้งน้อยลง ดังนั้นในการเลือกอุณหภูมิของลมร้อนควรมีอุณหภูมิที่สูงไว้เพื่อจะใช้เวลาในการอบแห้งน้อย แต่อุณหภูมิของลมร้อนก็ไม่ควรเกินอุณหภูมิวิกฤติของข้าวโพด

5.1.3 อัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการอบแห้งในการศึกษาจากการจำลองแบบ ๙ พบว่าอัตราการไหลของอากาศมีค่าสูงจะทำให้อัตราการอบแห้งมีค่าสูงด้วย เวลาที่ใช้ในการอบแห้งจึงใช้น้อยลง ดังนั้นอัตราไหลของอากาศที่ใช้ในการอบแห้งควรมีค่าสูงไว้ แต่ในการอบแห้งที่ประหยัดจะต้องเลือกพัดลมที่มีอัตราไหลของอากาศที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้ง การเลือกอัตราการไหลของอากาศจะขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของพัดลมที่ใช้ รวมทั้งความดันสูญเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นทั้งในท่อลม , heat exchanger และกระเบของข้าวโพด อัตราไหลของอากาศที่พัดลมสามารถผลิตได้โดยมี static pressure ค่าหนึ่งอย่างน้อยจะต้องเท่ากับความดันที่สูญเสียทั้งหมด

5.1.4 ความหนาของกระเบข้าวโพด การกำหนดความหนาของกระเบข้าวโพดเป็นการกำหนดเพื่อให้ทราบว่าตู้อบแห้งที่บรรจุข้าวโพดจะมีความจุจำนวนมากน้อยเท่าใด ดังนั้นในการออกแบบตู้อบแห้งความหนาของกระเบข้าวโพดจึงมีค่าคงที่เพียงค่าเดียวที่เป็นไปตามความต้องการ ความหนาของกระเบข้าวโพดมีค่าน้อย จะทำให้ความจุในตู้อบแห้งน้อยลงอบแห้งข้าวโพดได้

ปริมาณน้อยลง ดังนั้นเมื่อจะสร้างเครื่องอบแห้งจะต้องทราบถึงปริมาณข้าวโพดที่ต้องทำการอบแห้งว่ามีมากน้อยเท่าใด จึงจะสามารถกำหนดขนาดความหนาของกระบะได้ จากการศึกษาจากแบบจำลอง พบว่า ความหนาของกระบะมีค่าน้อยก็ทำให้การอบแห้งใช้เวลาน้อยด้วย ในการทดลองความหนาของกระบะข้าวโพดมีค่าคงที่ จึงไม่จำเป็นที่จะต้องควบคุมให้มีค่าหนึ่งค่าใดเพื่อที่จะทำให้เกิดการอบแห้งที่ใช้เวลาอบแห้งน้อยแต่อย่างใด

5.1.5 ระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบ จากการจำลองแบบ พบว่าถ้าระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบมีค่าน้อยลง จะทำให้เวลาที่ใช้ในการอบแห้งน้อยลงด้วยเช่นกัน แต่ไม่เด่นชัดมากนัก แต่จากการทดลองจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาของการอบแห้งต่อ 1 รอบมากเพราะเพื่อลดการสูญเสียความร้อนจากการที่เมล็ดข้าวโพดถ่ายเทความร้อนให้ screw และ bucket conveyor อีกทั้งประสิทธิภาพในการตักเอาเมล็ดข้าวโพดที่ screw conveyor ป้อนให้กับ bucket conveyor มีจำกัด ทำให้ต้องใช้เวลามากในการหมุนเวียนแต่ละรอบ และจากการทดลองอบแห้งพบว่า ตัวอย่างเมล็ดข้าวโพดที่นำมาทำการวัดหาค่าความชื้นมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก จึงเป็นการยืนยันถึงข้อดีของการทำให้เกิดการหมุนเวียนของเมล็ดข้าวโพด ในขณะที่ทำการอบแห้ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรจะมีการศึกษาถึงอุปกรณ์ป้อนเชื้อเพลิง เพื่อให้เชื้อเพลิงเข้าไปในเตาและมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งการออกแบบเตาเผาที่มีความมั่นคงแข็งแรงสามารถให้พลังงานความร้อนสูง สามารถจะนำไปดัดแปลงเป็นเตาเผาอื่น ๆ ได้ เมื่อไม่ได้นำไปใช้ในการอบแห้ง

5.2.2 ควรจะมีการสร้างเครื่องอบแห้งที่สามารถจะทำให้เกิดการไหลหมุนเวียนของเมล็ดข้าวโพดภายในตู้อบแห้งเลย เพื่อลดการสูญเสียความร้อน

5.2.3 ควรจะมีการศึกษาเกี่ยวกับการอบแห้งเมล็ดพืชชนิดอื่น ๆ โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบกระบะชนิดเมล็ดไหลหมุนเวียน เช่น เมล็ดกาแฟ เป็นต้น