Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 466-469 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 466-469 (2554)

การพัฒนาและประเมินผลตู้อบแห้งชาเขียวลมร้อน

Development and evaluation of green tea dryer

เกรียงศักดิ์ นักผูก[1] และ ชวนชื่น เดี่ยววิไล[2]
Kiangsak Nukpook[1] and Chuancheun Diawwilia[2]

Abstract

Drying green tea after the kneaded has that been currently done by large manufactures use heat air. Most of the dryers were large imported from foreign countries (China, Taiwan, Japan). The main component include heat exchanger and a conveyor which material was dried as a thin layer and moving inversely to heated air. Drying time was above 1 hour. The designing of green tea dryer comprised of four main components includes. 1) Heat exchange 2) Oven box 3) Blower 4) control process. Result of the green tea dried at temperature drying of 120°c with ambient humidity average of 80 % and temperature of 25 °c. Found the initial moisture content was 34 %.and the end of the drying process moisture content was 13 %, often 70 minutes drying. Drying relationship between time and percentage of moisture found to be as a quadratic polynomial equation

Keywords: Green tea, green tea dryer, steam of green tea

บทคัดย่อ

การอบแห้งชาเขียวหลังการนวดเสร็จที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันในโรงงานขนาดใหญ่ทำการอบแห้งด้วยลมร้อนส่วนมาก เป็นเครื่องขนาดใหญ่ที่นำเข้าจากต่างประเทศ (จีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น) มีส่วนประกอบหลักคือ ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนและชุดสายพานลำเลียง โดยการอบแห้งเป็นชั้นบางๆ เคลื่อนที่สวนทิศทางหรือเคลื่อนที่ตามทิศทางการไหลของลมร้อนโดยใช้อุณหภูมิลมร้อน 120 °ซ ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงต่อครั้ง ดั้งนั้นการออกแบบตู้อบลมร้อนชาเขียว ต้องทำให้ตู้อบสามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิลมร้อนไม่ต่ำกว่า 120 °ซ โดยตัวเครื่องมีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน 1) ชุดแลกเปลี่ยนความร้อน 2) ชุดพัดลมเป่าลมร้อน 3) โครงตู้อบ 4) ตู้ควบคุม ผลการทดสอบการอบแห้งชาเขียวใช้อุณหภูมิอบแห้ง 120 °ซ สภาพอากาศแวดล้อมความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ย 80% อุณหภูมิ 25 °ซ พบว่า ความชื้นเริ่มต้นก่อนการอบแห้ง 34% สิ้นสุดกระบวนการอบแห้งความชื้นเฉลี่ย 13% เวลาในการอบแห้ง 70 นาที อัตราการลดความชื้นในรูปความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์ความชื้น ความชื้นค่อยลดลงอย่างช้าๆมีความสัมพันธ์ลักษณะการลดลงของความชื้นสอดคลองกับสมการโพลิโนเมียลกำลังสอง

คำสำคัญ: ชาเขียว เครื่องอบแห้งชาเขียว ชาเขียวอบไอน้ำ

คำนำ

ประเทศไทยมีการนำเข้าชาจากต่างประเทศในรูปผลิตภัณฑ์ชาจำนวน 1,935 ตัน มูลค่า 144.32 ล้านบาท ทั้งที่ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกชา 113,364 ไร่ (เชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง แพร่ แม่ฮ่องสอน น่าน) เก็บชาสดได้ 61,557 ตัน เป็นชาอัสสัม 84% ชาจีน 16% มีปริมาณการส่งออกในรูปชาแห้งและผลิตภัณฑ์ชา 6,240 ตัน มูลค่า 388 ล้านบาท แต่พบว่าผลตอบแทนสุทธิในกลุ่มชาอัสสัม 3,970 บ./ไร่ ชาจีน 13,938 บ./ไร่ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร 2551) เพราะชาที่ผลิตได้ในประเทศยังมีคุณภาพไม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งปัจจุบันยังขาดขบวนการและขั้นตอนในการผลิตที่เหมาะสม การผลิตชาแต่ละชนิดต้องมีพันธุ์ที่เหมาะสม สำหรับชาเขียวอบไอน้ำ(Steamed Green Tea) เป็นการแปรรูปชาโดยหยุดกระบวนการทางเคมีในยอดชา โดยการอบไอน้ำ ในช่วงเวลาสั้นๆ ด้วยไอน้ำอุณหภูมิ 100 °ซ เพื่อหยุดกิจกรรมของเอนไซม์ โพลิฟีนอัลออกซิเดส เสร็จแล้ว นำไปนวดอบลดความชื้นด้วยลมร้อน เพื่อลดปริมาณความชื้นในยอดชาลง ก่อนอบแห้งชาเขียวอบไอน้ำส่วนใหญ่ มีการแปรรูปในประเทศญี่ปุ่น สีของน้ำชาประเภทนี้จะมีสีเขียวถึงเขียวอมเหลือง เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่กำลังเป็นที่นิยมในประเทศไทย มีการเติบโตที่แข็งแกร่งอย่างต่อเนื่อง และน่าจะมีการเติบโตสูงเหมือนญี่ปุ่นและไต้หวัน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการแปรรูปมีราคาสูง ตลอดจนพันธุ์ชาที่ใช้สำหรับการแปรรูปยังไม่แพร่หลายในกลุ่มผู้ปลูกชา มีปลูกเฉพาะ

[1] ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร
[1] Department of Agricultural, Agricultural Engineering Research Institute , Chiang Mai of Agricultural Engineering Research Center
[2] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร
[2] Department of Agricultural ,Office of Agricultural and Development Region 1 Chiang Mai

งานวิจัยเท่านั้น สมพล และคณะ (2547)ได้สร้างเครื่องอบไอน้ำชาเขียวและเครื่องนวดลดความชื้นชาเขียวด้วยลมร้อน ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องอบไอน้ำและเครื่องนวดลดความชื้นด้วยลมร้อนยังมีข้อบกพร่อง ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้ตามต้องการ คณะผู้ศึกษาได้ทำการพัฒนาเครื่องอบไอน้ำชาเขียวและเครื่องนวดลดความชื้นชาเขียวด้วยลมร้อน ต่อจนสามารถทำงานได้ตามเป้าหมาย แต่ในการดำเนินการศึกษาดั้งกล่าวยังขาดตู้อบแห้งที่เหมาะสมในการอบแห้งชาเขียวทดแทนเครื่องขนาดใหญ่ที่นำเข้าจากต่างประเทศ จึงได้ทำการศึกษานี้เพิ่มเติมเพื่อให้เนื้องานมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

วิธีการ

การวิจัยนี้ได้ สำรวจเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในทางวิศวกรรม เพื่อพัฒนาเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้อย่างเหมาะสม มีขั้นตอนการดำเนินงานคือ

1) ศึกษาเทคโนโลยีการอบแห้งชาหลังการนวดเสร็จ ที่ทำกันอยู่ในปัจจุบัน

2) ออกแบบชุดแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อผลิตลมร้อนบริสุทธิ์

2.1) ออกแบบชุดแลกเปลี่ยนความร้อน รวมทั้งสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบเก็บข้อมูล โดยมีแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง คือ ทฤษฎีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน โดยมีของไหลที่อุณหภูมิสูงถ่ายเทความร้อนให้แก่ของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้นี้เป็นแบบของไหลไม่สัมผัสกันโดยตรง (Indirect Contact type)

2.2) ในทางทฤษฎีการออกแบบชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ได้กำหนดเงื่อนไขต่างๆ เพื่อใช้ในการออกแบบ ดังนี้ อุณหภูมิของลมร้อนทิ้งของชุดแลกเปลี่ยนความร้อน 300 °ซ ลมร้อนเข้าชุดแลกเปลี่ยนความร้อน 800 °ซ ลมเย็นที่เข้าชุดแลกเปลี่ยนความร้อน 30 °ซ อุณหภูมิของลมเย็นที่ออกชุดแลกเปลี่ยนความร้อน 120 °ซ มวลของลมเย็นที่เข้าชุดแลกเปลี่ยนความร้อน 0.1644 กิโลกรัมต่อวินาที ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ ที่อุณหภูมิ 30 °ซ ประมาณให้เป็นค่าคงที่ในการคำนวณ 1.0057 กิโลจูลต่อกิโลกรัม-องศาเซลเซียส และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมโดยประมาณ ในกรณีชุดแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซกับก๊าซ (ธนาคม,2547) 0.04 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส

3) ออกแบบสร้างโครงตู้อบชาเขียวต้นแบบ พร้อมทั้งประกอบรวมเข้ากับชุดแลกเปลี่ยนความร้อนและทดสอบหาข้อบกพร่อง เพื่อแก้ไข้ข้อบกพร่องต่างๆ

4) เก็บข้อมูลการทดสอบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถการทำงานของตู้อบต้นแบบ

ผล

การอบแห้งชาหลังการนวดเสร็จ ที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันในโรงงานขนาดใหญ่อบแห้งด้วยลมร้อน ส่วนมากเป็นเครื่องขนาดใหญ่ที่นำเข้าจากต่างประเทศ มีส่วนประกอบหลักคือ ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนและชุดสายพานลำเลียง หลักการทำงานคือชุดสายพานลำเลียงเป็นสายพานแบนขนาดใหญ่มีตัวเกลี่ยให้ยอดชาที่ต้องการอบกระจายตัวบนสายพานเป็นชั้นบางๆและเคลื่อนที่สวนทิศทางหรือเคลื่อนที่ตามทิศทางการไหลของลมร้อนที่พ่นออกมาจากชุดแลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้อุณหภูมิลมร้อน 120 °ซ ใช้เวลาในการอบประมาณ 1 ชั่วโมงต่อครั้ง ดั้งนั้นการออกแบบตู้อบลมร้อนจึงมุ่งเน้นให้สามารถผลิตลมร้อนให้ได้อุณหภูมิลมร้อนไม่ตำกว่า 120 °ซ เพื่อใช้อบยอดชาแทนเครื่องขนาดใหญ่ได้

ผลในการออกแบบในทางทฤษฎี คำนวณพื้นที่ถ่ายเทความร้อนตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อนอก 25.4 มม หนา 1 มม ยาว 0.5 ม จำนวนท่อ 23 ท่อ ในการออกแบบสร้างต้นแบบได้ออกแบบให้มีลักษณะสี่เหลี่ยมทำด้วยแผ่นเหล็กหนา 3 มม กว้าง 0.60 ม ยาว 0.60 ม สูง 0.60 ม เป็นเปลือกหุ้มภายนอก ภายในมีหน้าตัดเป็นรูปหกเหลี่ยม ยาว 0.5 ม มีกลุ่มท่อว่างในแนวนอน จำนวน 24 ท่อ ด้านบนมีท่อระบายไอเสีย ขนาด 0.025 ม จำนวน 2 ท่อ ด้านท้ายมีชุดช่อง เปิด ปิด ลมเข้า ผนังด้านบนของชุดช่อง เปิด ปิด ลมเข้า ติดท่อลมกลับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.076 ม ตรงข้ามกับด้านลมเข้าเป็นด้านลมออกบีบเรียวลงไปต่อกับท่อขนาด 0.152 ม เพื่อต่อเข้ากับชุดพัดลมด้านดูด (Figure 1 a)

โครงตู้อบ มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าเปิดหนึ่งด้านสวมกันอยู่ กล่องนอกมีขนาด 0.810x1.010x0.700 ม (กxยxส) กล่องในมีขนาด 0.610x0.810x0.610 ม (กxยxส) ขอบของด้านที่เปิดระหว่างกล่องนอกและกล่องในทั้งสี่ด้านปิดเป็นขอบประตูของตู้อบ ด้านตรงข้ามกับประตูกล่องนอก ที่ชิดขอบด้านล่างเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาด 0.280x0.740 ม(กxย) เป็นช่องสำหรับต่อเข้ากับท่อลมเข้า ส่วนด้านชิดขอบบนเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาด 0.080x0.600 ม (กxย) สำหรับต่อเข้ากับท่อลมย้อนกับไปยังชุดแลกเปลี่ยนความร้อน ส่วนกล่องในผนังข้างทั้งสองข้างมีที่วางชั้นยึดติดอยู่ จำนวน 11 ชั้น ส่วนด้านบนที่มุมขวาในห่างด้านข้างกับด้านหลัง 0.100 ม เจาะรูเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.036 ม และมุมซ้ายนอกห่างด้านข้าง กับด้านหน้า 0.100

ม เจาะรูเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.036 ม เพื่อเป็นช่องลมยอนกลับ และตรงกึ่งระหว่างด้านหลังกับด้านหน้าห่างด้านข้าง 0.100 ม เจาะรูท่อระบายลมร้อนทิ้งเส้นผ่านศูนย์ 0.038 ม จากกล่องในทะลุผ่านกลองด้านนอกโผ่พ้นผนังด้านบน 0.100 ม (Figure 1 b)

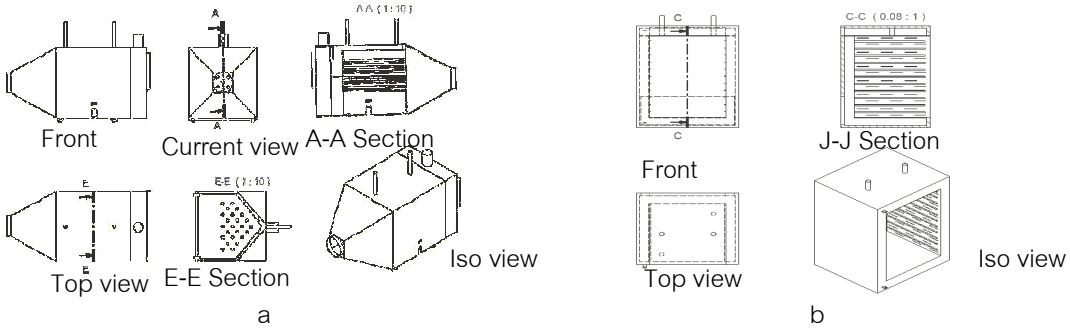

Figure 1 a. Heat exchanger b. Drying chamber

ชุดพัดลม มีต้นกำลังมอเตอร์ 0.1885 กิโลวัตต์ เป็นพัดลมแบบเหวี่ยง ใบพัดโค้งหลัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.250 ม กว้าง 0.150 ม จำนวน 32 ใบ ชุดใบพัดติดบนเพลาของมอเตอร์และสวมอยู่ภายในชุดโบล์เวอร์ หมุนด้วยความเร็ว 1440 รอบต่อนาที ดูดลมเข้าในแนวแกน เหวี่ยงลมออกที่ปลายใบในแนวตั้งฉากกับแนวดูด ที่ท่อทางออกเป็นท่อสี่เหลี่ยมต่อเข้ากับท่อเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.162 ม เพื่อเป็นจุดสวมต่อเข้ากับท่อส่งลมด้านหลังโครงสร้างตู้อบ ส่วนด้านดูดบีบเรียวลงไปต่อกับท่อขนาด 0.162 ม เพื่อเป็นจุดสวมต่อเข้ากับท่อส่งลมของชุดแลกเปลี่ยนความร้อน

ถาดวาง ทำจากตะแกรงเหล็กกล้าไร้สนิมรูตะแกรงเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.002 ม (64 รูต่อตารางนิ้ว) ถาดวางเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 0.540x0.580 ม (nxย) พับขอบขึ้นทั้งสี่ด้านเป็นมุม 90 องศา สูง 0.020 ม

ตู้ควบคุม ประกอบด้วย สวิทช์เปิด-ปิดไฟ ปุ่มสีดำบิดมาด้านซ้ายเปิดไฟเข้าชุดควบคุม บิดกลับในแนวตั้งตรงปิดชุดควบคุม หน้าปัดปรับอุณหภูมิ 0-300 °ซ ด้านบนเป็นแถบแสดงสถานะอุณหภูมิ ที่ทำการตัดต่อสัญญาณให้โซลินอยล์ตัดต่อการปล่อยแก๊สหุงต้มไปยังหัวเผา กึ่งกลางมีสวิทช์สีเขียวและสีแดง เป็นสวิทช์เปิด-ปิด ชุดควบคุมอุณหภูมิ และสวิทช์เปิด-ปิด พัดลม จากที่ได้กล่าวมาในเบื้องต้นเป็นการแสดงรายละเอียดชิ้นส่วนที่สำคัญต่างๆของเครื่องอบแห้งมาจนครบทุกชิ้นแล้ว เพื่อให้ได้เห็นลักษณะของตู้อบแห้งที่เสร็จสมบูรณ์ เป็นภาพถ่ายที่แสดงให้เห็นในรูปสามมิติ(Figure 2a)

ผลการทดสอบ

ในการทดสอบได้นำชาที่ทำการนวดลดความชื้นเสร็จแล้วมาเกลี่ยลงในชั้นถาดอบแห้งให้เป็นชั้นบางๆทั้ง 11 ชั้น ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 120 °ซ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบระดับความชื้นทุกๆ 35 นาที จำนวน 15 ตัวอย่างต่อครั้ง ไปทำการตรวจสอบความชื้นโดยการอบในตู้อบฮีตเตอร์ ที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง พบว่าความชื้นเริ่มต้น ก่อนการอบแห้งอยู่ที่ระดับ 34% สิ้นสุดกระบวนการอบแห้งที่ระดับความชื้นเฉลี่ย 13% สภาพอากาศแวดล้อมมีความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ย 80% อุณหภูมิ 25 °ซ อัตราการลดความชื้นในรูปความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Figure 2 b) แสดงลักษณะการลดของความชื้นค่อยลดลงอย่างช้าๆมีความสัมพันธ์ลักษณะการลดลงของความชื้นสอดคลองกับสมการโพลิโนเมียลกำลังสอง ใช้เวลาในการอบแห้งทั้งสิ้น 70 นาที นำชาเขียวออกจากตู้อบแห้งเป็นอันสิ้นสุดกระบวนการอบแห้งชาเขียว

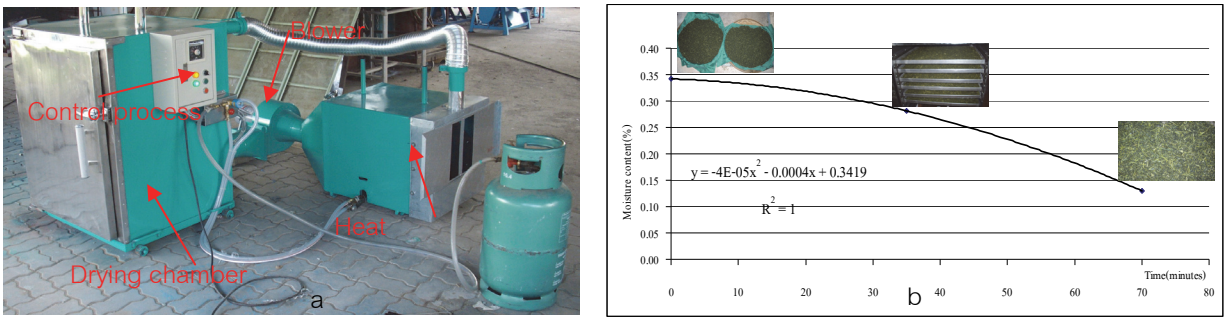

Figure 2 a. Green tea drying set b. Drying relationship between time and percentage of moisture

วิจารณ์ผล

การวิจัยนี้ได้ดำเนินการทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของตู้อบแห้งลมร้อน เพื่อใช้อบแห้งชาเขียวแทนเครื่องอบแห้งที่นำเข้าจากต่างประเทศ เป็นเครื่องขนาดใหญ่ใช้กระแสไฟฟ้า 3 เฟส การเดินเครื่องแต่ละครั้งสิ้นเปลืองทั้งกำลังไฟฟ้าและน้ำมันดีเซล ทำให้ไม่เหมาะกับการใช้งานอบแห้งที่มีกำลังการผลิตน้อย ดั้งนั้นเครื่องอบแห้งขนาดเล็ก ใช้ไฟฟ้า 2 เฟส และก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง ที่สามารถอบแห้งได้ครั้งละประมาณ 20 กิโลกรัม (ยอดชาสด) จึงเป็นตู้อบแห้งที่มีความเหมาะสมกับการผลิตระดับเกษตรกรรายย่อยมากกว่า

สรุป

การอบแห้งชาหลังการนวดเสร็จที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันในโรงงานขนาดใหญ่อบแห้งด้วยลมร้อนส่วนมากเป็นเครื่องขนาดใหญ่ที่นำเข้าจากต่างประเทศ มีส่วนประกอบหลักคือ ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนและชุดสายพานลำเลียง หลักการทำงานคือชุดสายพานลำเลียงเป็นสายพานแบนขนาดใหญ่มีตัวเกลี่ยให้ชาที่ต้องการอบกระจายตัวบนสายพานเป็นชั้นบางๆโดยใช้อุณหภูมิลมร้อน 120 °ซ ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงต่อครั้งที่ ดั้งนั้นการออกแบบตู้อบลมร้อนจึงมุ่งเน้นให้สามารถผลิตลมร้อนให้ได้อุณหภูมิลมร้อนไม่ต่ำกว่า 120 °ซ เพื่อใช้อบชาแทนเครื่องขนาดใหญ่ได้ ในการออกแบบสร้างต้นแบบได้ออกแบบชุดแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อต่อ ชุดพัดลม มีต้นกำลังมอเตอร์ 0.1885 กิโลวัตต์ และต่อเข้ากับโครงสร้างตู้อบ มีที่วางชั้น จำนวน 11 ชั้น ตู้ควบคุม มีสวิทช์เปิด-ปิดไฟ ปรับอุณหภูมิ 0-300 °ซ ผลการทดสอบการอบแห้งใช้อุณหภูมิอบแห้ง 120 °ซ สภาพอากาศแวดล้อมความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ย 80% อุณหภูมิ 25 °ซ พบว่า ความชื้นเริ่มต้นก่อนการอบแห้ง 34% สิ้นสุดกระบวนการอบแห้งความชื้นเฉลี่ย 13% เวลาในการอบแห้ง 70 นาที ความชื้นค่อยลดลงอย่างช้าๆมีความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเปอร์เซ็นต์ความชื้น สอดคลองกับสมการโพลิโนเมียลกำลังสอง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นายสมพล นิลเวศน์ นายบุญช่วย น้อยยะ นายวรวิทย์ ยะกลิ้ง และทีมช่างทุกคนของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ ที่มีส่วนช่วยในการดำเนินงานสร้างต้นแบบและทดสอบจนงานนี้แล้วเสร็จ

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. (2551. ข้อมูลพื้นฐานกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 97 หน้า.

ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง. 2547. การถ่ายเทความร้อน บริษัท สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด ถนนสวนสยาม เขตคันนายาว กรุงเทพฯ. 512 หน้า.

สมพล นิลเวศน์ ไมตรี แนวพนิช วิบูลย์ เทเพนทร์ และ ยงยุทธ์ คงช่าน. 2547. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการเกษตรวิศวกรรมประจำปี 2547 วันที่ 15-17 มี.ค. 2547 ณ โรงแรมการ์เด้น ซีวิว รีสอร์ท จังหวัดชลบุรี รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็ม กลุ่มวิจัยวิศวกรรมหลังเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร. 7 หน้า.