

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือนของไทยเป็นอุตสาหกรรมที่มีการผลิตมาเป็นเวลายาวนาน โดยเริ่มจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนเพื่อใช้เองและจำหน่ายภายในประเทศ ต่อมาได้มีการผลิตเพื่อส่งออกต่างประเทศและเติบโตขึ้นจนเป็นสินค้าส่งออก 20 อันดับแรกของไทย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552) และยังมีแนวโน้มที่จะขยายตัวต่อเนื่องโดยได้รับการจัดอยู่ในประเภทสินค้าเป้าหมายการส่งออกด้วย ซึ่งอุตสาหกรรมดังกล่าวสามารถสร้างงานได้ไม่ต่ำกว่า 200,000 คน และสร้างรายได้ให้กับประเทศปีละไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2552) ในปี 2549 อุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือนมีปริมาณการใช้พลังงานรวม 215 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ คิดเป็นร้อยละ 0.9 ของการใช้พลังงานทั้งหมดของภาคอุตสาหกรรม จากข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานควบคุม อุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือนมีสัดส่วนการใช้พลังงานแบ่งเป็นพลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ไฟฟ้า และน้ำมันสำเร็จรูป (น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา) คิดเป็นร้อยละ 17.6 และ 5.2 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดตามลำดับ และใช้พลังงานหมุนเวียนเป็นพลังงานส่วนใหญ่ โดยมีสัดส่วนถึงร้อยละ 77.2 ดังแสดงในรูปที่ 1.1 เนื่องจากมีเศษไม้เหลือจากการผลิตที่สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานได้อีกทางหนึ่งด้วย อุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือนมีโรงงานที่เป็นโรงงานควบคุมตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานรวมทั้งสิ้น 93 แห่ง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552) ส่วนใหญ่เป็นโรงงานควบคุมขนาดกลางและขนาดเล็ก และจากรายงานวิจัยการพัฒนา สาขาระบบอบแห้งสำหรับผลิตภัณฑ์แปรรูปไม้และเครื่องจักรสาน พบว่าในการอบแห้งไม้เนื้ออ่อน (ไม้สัก) โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับก๊าซหุงต้ม คิดค่าใช้จ่ายของก๊าซหุงต้มต่อน้ำหนักไม้ 0.4973 บาท/กิโลกรัม และในกรณีใช้ก๊าซหุงต้มเพียงอย่างเดียว คิดค่าใช้จ่ายของก๊าซหุงต้มต่อน้ำหนักไม้ 0.6277 บาท/กิโลกรัม (ทองเกียรติ เกียรติศิริโรจน์และคณะ, 2549)

สำหรับตำบลห้วยทราย อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ประชากรมีอาชีพหลักคือรับจ้างทั่วไปในอุตสาหกรรมครัวเรือน เช่น งานหัตถกรรมจากผ้า ไม้ไผ่ เนื้อไม้อ่อน เครื่องปั้นดินเผา ผลิตภัณฑ์ไม้มะม่วง และของที่ระลึกต่าง ๆ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนจากอาชีพเกษตรกรรม มาเป็นงานทางด้านหัตถกรรม ส่วนงานทางด้านเกษตรกรรมก็กลายมาเป็นอาชีพรองรองชุมชนทั้งนี้ได้มีการจัดตั้งกลุ่มอาชีพต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1.1

อุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือนของตำบลห้วยทราย ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ไม้แกะสลักจากไม้มะม่วง ซึ่งไม้ที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วจำเป็นที่จะต้องผ่านกระบวนการอบแห้งก่อนการนำมาใช้งาน ทั้งนี้เพื่อป้องกันปัญหาการเกิดมอด หลังจากนำมาประกอบเป็นเครื่องเรือนหรือเครื่องใช้แล้ว การอบไม้แกะสลักจากไม้มะม่วง โดยทั่วไปมักจะใช้เศษไม้ที่เหลือจากการขึ้นรูปไม้ นำมาทำอากาศร้อนในห้องอบไม้เพื่อให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ในห้อง ซึ่งทำให้ไปสัมผัสกับตัวผลิตภัณฑ์โดยตรง โดยวิธีนี้มีข้อดีคือทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งแล้วไม่เกิด แต่จะมีข้อเสียคือจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคราบดำของเขม่า เกิดปัญหาน้ำมันดินตกใส่ผลิตภัณฑ์ ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิในห้องอบแห้งให้สม่ำเสมอและไม่คงที่ ดังแสดงในรูปที่ 1.2 ทำให้ระยะเวลาการอบไม้ไม่แน่นอน ความชื้นในเนื้อไม้และคุณภาพไม้ที่อบแห้งไม่สามารถควบคุมได้ นอกจากนี้ผนังห้องที่ใช้มักเป็นผนังปูนทำให้มีความร้อนสะสมในผนัง ทำให้อุณหภูมิในห้องขึ้นช้าใช้เวลาอบแห้งนาน ในกระบวนการเช่นนี้ประสิทธิภาพทางความร้อนค่อนข้างต่ำ ทำให้ต้องใช้เชื้อเพลิงมากและก่อให้เกิดมลภาวะได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมอีกด้วย

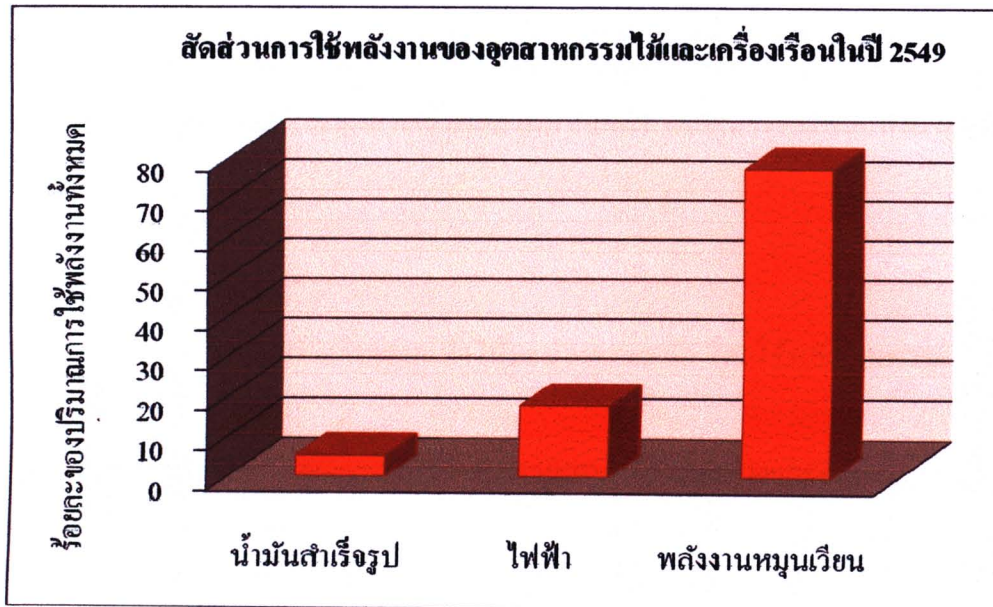
ปัญหามลพิษทางอากาศของประเทศไทยขณะนี้มีความรุนแรงขึ้นทุกวันซึ่งสาเหตุมาจาก 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือจากการอุตสาหกรรมและจากยานพาหนะ สำหรับสาเหตุจากการอุตสาหกรรมนั้น จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศในบริเวณชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงโดยรอบ ซึ่งถ้าสถานประกอบการมากหรือมีจำนวนการผลิตสูงในแต่ละย่านชุมชนอุตสาหกรรม อาจเกิดปัญหาผลกระทบต่อด้านมลพิษทางอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอย่างรุนแรงได้ โดยเฉพาะฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศจากการปล่อยฝุ่น คาร์บอน จากสถานประกอบการ ซึ่งถ้ามีมากเกินไปเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดจะก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้

โดยพบว่าในการอบแห้งไม้แกะสลักจากไม้มะม่วงของโรงอบไม้ 1 วันของสถานประกอบการของนายนคร ปิยะจันทร์นั้นจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เฉลี่ย 4,784 ppm และอุณหภูมิก๊าซไอเสียเฉลี่ย 103.36°C (ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2552) ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยยิ่งขึ้นมักจะใช้หม้อไอน้ำในการผลิตไอน้ำอุณหภูมิสูงจ่ายไปในชุดท่อให้ความร้อนภายในห้องอบไม้ และมีบางรายใช้ระบบสุญญากาศร่วมเพื่อช่วยลดอุณหภูมิและระยะเวลาการทำงาน แต่วิธีการดังกล่าวต้องลงทุนสูงและเป็นการทำลายคุณภาพของพลังงานเนื่องจากนำพลังงานที่มีคุณภาพสูงมาทำงานที่อุณหภูมิต่ำสำหรับอบแห้งไม้ เนื่องจากการอบแห้งผลิตภัณฑ์ไม้ ไม่ต้องใช้อุณหภูมิสูงมาก โดยอยู่ช่วงระหว่าง 50-70°C

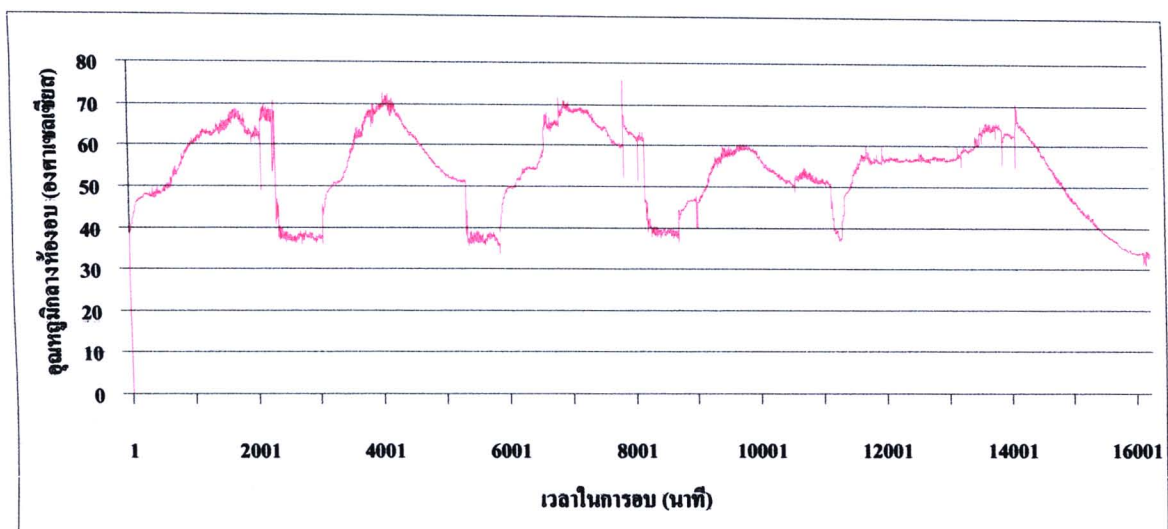
ตารางที่ 1.1 กลุ่มผู้ประกอบการสินค้า SME และ OTOP ต.ห้วยทราย อ.สันกำแพง จ.เชียงใหม่

ที่	กลุ่ม	ที่อยู่		ผลิตภัณฑ์	ประเภทผลิตภัณฑ์
		เลขที่	หมู่ที่		
1	บ.อรุณคัลเลอร์แวร์ จำกัด (SME)	64	4	ผลิตภัณฑ์ไม้มะม่วง	ของใช้ประดับตกแต่ง
2	กลุ่มเย็บผ้าแม่บ้านเกษตรบ้านแม่ตาด	40	1	เย็บผ้าสตรี	ผ้าและเครื่องแต่งกาย
3	กลุ่มผลิตภัณฑ์หัตถกรรมไม้มะม่วง	17	1	แปรรูปไม้มะม่วง	ของใช้ประดับตกแต่ง
4	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรรมบ้านแม่ตาด	42	1	แปรรูปเนื้อสัตว์ น้ำพริกตาแดง	อาหาร
5	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรรมบ้านแม่ตาด	90	1	แปรรูปขนมอบ	อาหาร
6	กลุ่มผลิตภัณฑ์คอกไม้แห้ง	17	1	คอกไม้แห้ง	ของใช้ประดับตกแต่ง
7	นายคำป้อ เศรษฐา	7/1	1	แปรรูปไม้มะม่วง	ของใช้ประดับตกแต่ง
8	นายสมพร วงศ์กุล	8/5	1	เย็บผ้า แปรรูปไม้มะม่วง	ผ้าเครื่องแต่งกายและ ของใช้ประดับตกแต่ง
9	กลุ่มแม่บ้านแปรรูปอาหารพื้นเมือง	103/3	3	แคบหมูพื้นเมือง	อาหาร
10	กลุ่มผลิตภัณฑ์หัตถกรรมไม้มะม่วง	58/2	4	แปรรูปไม้มะม่วง	ของใช้ประดับตกแต่ง
11	กลุ่มผลิตภัณฑ์หัตถกรรมไม้ไผ่	32/1	5	ตุ๊กตาชาวเขา	ของประดับตกแต่ง
12	กลุ่มผลิตภัณฑ์หัตถกรรมไม้มะม่วง	60/1	5	แปรรูปไม้มะม่วง	ของใช้ประดับตกแต่ง
13	กลุ่มหัตถกรรมบ้านหม้อ	108	5	แปรรูปไม้มะม่วง	ของใช้ประดับตกแต่ง
14	นายคณัย คาราทัยกุล	23/1	5	แปรรูปไม้มะม่วง	ของใช้ประดับตกแต่ง
15	นายสุพรรณษา อรินแก้ว	143	5	แปรรูปไม้มะม่วง	ของใช้ประดับตกแต่ง
16	นายประพันธ์ จักรแก้ว	89/2	5	แปรรูปไม้มะม่วง	ของใช้ประดับตกแต่ง
17	นายลัดดา จินานาง	63/2	5	แปรรูปไม้มะม่วง	ของใช้ประดับตกแต่ง
18	นายสยามวารี ชัยพฤกษ์	89/2	6	แปรรูปไม้มะม่วง	ของใช้ประดับตกแต่ง

ที่มา : ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2552



รูปที่ 1.1 สัดส่วนการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือนในปี 2549
ที่มา : คัดแปลงจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2549



รูปที่ 1.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกลางห้องอบแห้งกับเวลาในการอบแห้ง
ที่มา : ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2552

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจะศึกษาเทคนิควิธีในการผลิตน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิไม่สูงจากเครื่องคัมน์น้ำร้อนและนำน้ำร้อนมาผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน จากนั้นใช้พัดลมเป่าลมร้อนเข้าไปในห้องอบไม้ โดยที่ฝุ่นและควันที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องคัมน์น้ำร้อนนั้น จะนำมาผ่านเครื่องดักฝุ่นก่อนจะปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณฝุ่นจากการอบไม้ลงได้ โดยจะใช้เชื้อ

และไม้มะม่วงแคะสลักที่ไม่ได้คุณภาพนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงน่าจะเหมาะสมเพราะมีปริมาณเศษขี้เลื่อยที่เหลือจากการขึ้นรูปไม้มะม่วงเป็นจำนวนมากและมีไม้มะม่วงแคะสลักที่ไม่ได้คุณภาพอีกบางส่วนอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างโรงอบแห้งไม้มะม่วงแคะสลัก โดยใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงชีวมวล

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการอบแห้งของระบบอบแห้งไม้มะม่วงแคะสลัก

1.2.3 เพื่อศึกษาความสามารถในการลดมลพิษทางอากาศของระบบอบแห้งไม้มะม่วงแคะสลัก

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ตรวจวัดประสิทธิภาพทางความร้อนในโรงอบแห้งไม้แบบดั้งเดิมที่ติดตั้งที่ตำบลห้วยทราย อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่

1.3.2 ออกแบบ สร้าง และวัดประสิทธิภาพโรงอบแห้งไม้ใหม่ โดยใช้สถานที่ตามข้อที่ 1.3.1

1.3.3 ระบบกำจัดควันเป็นแบบสเปรย์น้ำ

1.3.4 ไม่คิดการสูญเสียความร้อนที่ประตูทางเข้า

1.3.5 ใช้เทอร์โมคัปเปิลชนิด K ในการวัดอุณหภูมิในห้องอบแห้งไม้แคะสลัก

1.3.6 ระบบอบแห้งที่ใช้เป็นแบบ Indirect drying โดยใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน

Water-to-air แบบ Cross-flow

1.3.7 ขี้เลื่อยและไม้ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทดสอบ จะเป็นขี้เลื่อยและไม้มะม่วง

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.4.1 ได้ค้นแบบระบบอบแห้งไม้มะม่วงแคะสลัก โดยใช้พลังงานชีวมวล

1.4.2 สามารถลดปริมาณควันและฝุ่นจากการอบแห้งได้

1.4.3 ลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงจากต่างประเทศและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของชุมชน

1.5 มาตรฐานสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ธูเมธ รุจินินนาท (2544) ออกแบบ สร้าง และประเมินสมรรถนะของเครื่องอบแห้งสำหรับผลไม้โดยใช้แอลพีจีเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนแก่อากาศอบแห้ง เครื่องอบแห้งมีขนาด $0.95 \times 1.43 \times 0.95$ ลูกบาศก์เมตร หุ้มฉนวนหนา 3.75 เซนติเมตร ห้องอบแห้งสามารถบรรจุผลไม้ได้

2 คัน โดยมีพื้นที่อบแห้ง 13 ตารางเมตร สามารถอบแห้งผลไม้ได้ครั้งละ 100-200 กิโลกรัม อุณหภูมิอบแห้งเฉลี่ย 60°C อัตราการไหลของอากาศ 0.95 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สัดส่วนอากาศหมุนเวียนกลับ 81.6 เปอร์เซ็นต์ ผลไม้ที่นำมาทดลองอบแห้งได้แก่กล้วยน้ำว้า เงาะและเงาะแฉะอิม การอบแห้งกล้วยน้ำว้าน้ำหนักเริ่มต้น 202.8 กิโลกรัม จากความชื้นเริ่มต้น 342 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง จนเหลือความชื้นสุดท้าย 52.6 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง ใช้เวลาอบแห้ง 35 ชั่วโมง อัตราการอบแห้งสูงสุด 7.48 กิโลกรัมน้ำระเหยต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการอบแห้งสูงสุด 45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการทดลองอบแห้งเนื้อเงาะสด ความชื้นเริ่มต้น 776 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง จนเหลือความชื้นสุดท้าย 48 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้งและเนื้อเงาะแฉะอิมจากความชื้นเริ่มต้น 496 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง จนเหลือความชื้นสุดท้าย 42 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานแห้ง น้ำหนักรวม 56.4 กิโลกรัม ใช้เวลาอบแห้ง 11 ชั่วโมง อัตราการอบแห้งเท่ากับ 4.06 กิโลกรัมน้ำระเหยต่อชั่วโมงและประสิทธิภาพการอบแห้งสูงสุด 28.5 เปอร์เซ็นต์

อดิพงษ์ นันทพันธุ์และคณะ (2546) ได้ออกแบบ สร้างและทดสอบสมรรถนะของเตาแห้งก่อนเชื้อเห็ดโดยใช้ถิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง โดยได้รายงานการสูญเสียความร้อนไปกับความร้อนสะสมในโครงสร้าง 7.1 % การถ่ายเทความร้อนออกจากเตา 3.8% ความร้อนที่สูญเสียไปกับการปล่อยความร้อนทิ้ง 3.1% และมีความสูญเสียอีกประมาณ 24.7% ที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้และเตาแห้งมีประสิทธิภาพ 61.9% ในการใช้เชื้อเพลิงจำนวน 11.95 kg

โจทิพย์ วานิชขังและคณะ (2547) ศึกษาและพัฒนาเครื่องอบแห้งเมล็ดพืชสำหรับเกษตรกรที่สามารถอบแห้งข้าวเปลือกได้ครั้งละ 2.5-3.0 ตัน โดยที่ชุดเครื่องอบที่พัฒนาประกอบด้วยกระพ้อลำเลียงข้าวเปลือก ชุดทำความสะอาด ถังอบ อุปกรณ์ควบคุมการไหล พัดลม ตัวให้ความร้อนแบบใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิง และสว่านลำเลียงข้าวเปลือกออกจากถังอบ การทำงานของเครื่องอบเป็นแบบไหลต่อเนื่องโดยที่ข้าวเปลือกและลมร้อนไหลไปด้วยกัน ผลจากการศึกษาพบว่า เครื่องอบแห้งเมล็ดพืชสำหรับเกษตรกรนี้มีอัตราการลดความชื้น 1.3-1.6 เปอร์เซ็นต์ต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพการใช้พลังงานมีค่าสูงประมาณ 2.3 เมกกะจูลต่อกิโลกรัมน้ำที่ระเหย สามารถอบแห้งข้าวเปลือกได้วันละ 10 ตัน

สมพล วงศ์ต่อม (2547) ศึกษาสภาพการใช้พลังงานในกระบวนการเผาอิฐแบบโคมนขนาด 100 m^3 โดยใช้พลังงานก๊าซ LPG และฟืน การทำงานของเตามี 3 กระบวนการเริ่มต้นจาก การไล่ความชื้น การเผาการระบายความร้อน โดยมีการนำความร้อนทิ้งกลับมาอบวัตถุดิบโดยอุ่นเครื่อง

อากาศแบบเทอร์โมไซฟอน ซึ่งการทดลองมีสองกรณี คือ กรณีที่หนึ่งใช้พลังงานก๊าซ LPG และพิน ที่มีความเร็วพัดลมดูดอากาศที่ 4-5 m/s พบว่ากระบวนการไล่ความชื้นโดยใช้ก๊าซ LPG และพิน มี อุณหภูมิในเตาเฉลี่ยเท่ากับ 342°C ใช้เวลา 64 ชั่วโมง กระบวนการเผาโดยใช้พลังงานพิน มีอุณหภูมิ ในเตาเฉลี่ยเท่ากับ 687°C ใช้เวลา 100 ชั่วโมง กระบวนการระบายความร้อนอุณหภูมิลดลงเฉลี่ย 100°C/day ใช้เวลา 156 ชั่วโมง ส่วนกรณีที่สองใช้พลังงานพินอย่างเดียวที่มีความเร็วพัดลมดูด อากาศที่ 6-7 m/s พบว่าเมื่อกระบวนการไล่ความชื้นมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการไล่ความชื้นใน วัสดุดิบให้หมดได้ มีอุณหภูมิในเตาเฉลี่ยเท่ากับ 323°C ใช้เวลา 50 ชั่วโมง กระบวนการเผามีอุณหภูมิ ในเตาเฉลี่ยเท่ากับ 684°C ใช้เวลา 70 ชั่วโมง กระบวนการระบายความร้อนใช้เวลา 136 ชั่วโมง

ไพรัช ก่อมาศ (2548) ออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งอเนกประสงค์ขนาด ห้องปฏิบัติการที่สามารถอบวัสดุทางการเกษตร โดยมีขนาดของห้องอบแห้ง 0.096 m^3 ลมร้อน เคลื่อนที่จากด้านล่างสู่ด้านบน มีการนำอากาศที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ สามารถควบคุมทั้งอุณหภูมิ และความเร็วม โดยความเร็วมสามารถทำได้สูงถึง 1 kW และอุณหภูมิทำได้สูงถึง 95°C โดยมี ขนาดขดลวดให้ความร้อน 13 kW พัดลมเป่าอากาศเป็นแบบเหวี่ยง (Centrifugal fan) ชนิดใบพัดโค้ง หน้ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 cm ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 0.5 hp จากการทดลองโดยใช้ ลำไยเป็นวัสดุอ้างอิง การกระจายของลมร้อนในห้องอบแห้งพบว่ามีความสม่ำเสมอของการกระจาย ของลมร้อนตลอดพื้นที่หน้าตัดห้องอบแห้ง ส่งผลให้มีความสม่ำเสมอของความชื้นของวัสดุหลังจาก การอบแห้งที่ชั้นเดียวกันมีความแตกต่างกันน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชั้นพบว่ามีความ แตกต่างไม่เกิน 5% d.b. โดยแรงลอยตัวไม่มีผลต่อการชั่งน้ำหนักของวัสดุที่ใช้ในระหว่างการทดลอง ซึ่งได้ทดลองอบลำไยเต็มความจุของห้องอบแห้งที่ 58.73 kg ที่อุณหภูมิ 75°C มีการนำอากาศที่ใช้ กลับมาใช้ใหม่ที่ 90% ความชื้นเริ่มต้นที่ 253 %d.b. อบจนเหลือความชื้นสุดท้ายที่ 13.52 %d.b. อัตราการไหลของอากาศ $71.15 \text{ kg dry air/h} \cdot \text{kg dry-longan}$ จะมีความสิ้นเปลืองพลังงาน (SEC) $11.61 \text{ MJ/kg}_{\text{water}}$ เวลาการอบแห้ง 64 ชั่วโมง

ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์และคณะ(2549) ศึกษากระบวนการอบแห้งไม้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดตั้งเรือนอบไม้ที่เรือนจำกลางบางขวาง โดยได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ การศึกษาเพื่อทดสอบสภาวะการอบแห้งไม้ที่เหมาะสมในระดับห้องปฏิบัติการ ใช้ ตัวอย่างไม้ 3 ชนิดคือ ไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้ออ่อนปานกลาง และ ไม้เนื้อแข็ง และได้ทำ Drying Curve เพื่อใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น ของอากาศในการอบไม้ ส่วนเรือนอบไม้ที่ใช้ในการ ทดสอบกับระบบที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ควบคู่กับก๊าซหุงต้มที่ติดตั้งในจังหวัดเชียงใหม่ จะศึกษา

เฉพาะระบบการพาความร้อนแบบบังคับอย่างเดียวและศึกษาในส่วนของการเปรียบเทียบการใช้เชื้อเพลิง พบว่าหากทำการอบแห้งโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ควบคู่กับก๊าซหุงต้มในการทำน้ำร้อนเพื่อใช้แลกเปลี่ยนความร้อนในระบบการอบแห้งไม้ จะสามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 15% ในกรณีไม้เนื้ออ่อน และประมาณ 11% ในกรณีไม้เนื้อแข็ง โดยสามารถลดความชื้นของไม้จาก 24 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก เป็น 5 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ใช้เวลาในการอบประมาณ 125 ชั่วโมงในกรณีไม้เนื้ออ่อน และ 141 ชั่วโมงในกรณีไม้เนื้อแข็ง จากนั้นได้ออกแบบและสร้างเรือนอบไม้พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีการพาความร้อนแบบบังคับ ที่เรือนจำลองบางขวางพร้อมทั้งได้มีการทดสอบการใช้งาน ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดความชื้นของไม้จากเริ่มต้น 33.25 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ให้เหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก ใช้เวลา 192 ชั่วโมง ใช้แก๊สทั้งหมด 70 kg คิดเป็น 3.9 บาท/kg_{wood} ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 33 MJ/kg_{water} และให้ประสิทธิภาพเครื่องอบแห้ง 23.34%

เสกสรรค์ ตูธิสงค์ (2549) ได้ศึกษาการประเมินประสิทธิภาพเตาเผาขยะติดเชื้อ โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ จากผลการทดสอบพบว่าเมื่ออัตราการป้อนขยะลดลง ประสิทธิภาพเชิงความร้อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนสูงสุดที่อัตราการป้อนขยะทุกๆ 45 นาทีมีค่าเท่ากับ 39.78% แนวโน้มปริมาณมลพิษและปริมาณฝุ่นมีค่าลดลงเมื่อลดปริมาณการป้อนขยะในแต่ละครั้งโดยการเพิ่มความถี่ของการป้อนขยะ ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกิดขึ้นน้อยที่สุดที่อัตราการป้อนขยะทุกๆ 30 นาทีมีค่าเท่ากับ 23.47 ppm ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์เกิดขึ้นน้อยที่สุดที่อัตราการป้อนขยะทุกๆ 45 นาทีมีค่าเท่ากับ 105.9 ppm ปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นในปล่องควันเกิดขึ้นน้อยที่สุดที่อัตราการป้อนขยะทุกๆ 30 นาทีมีค่าเท่ากับ 722.7 mg/m³ และปริมาณฝุ่นเฉลี่ยเกิดขึ้นบริเวณรอบๆ เตาเกิดขึ้นน้อยที่สุดที่การทดลองในช่วงเดือนเมษายนมีค่า 0.061 mg/m³

Adams and Thompson (1985) ได้ศึกษาการปรับปรุงการอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบอุโมงค์ แบบลมไหลตามทิศทางการเคลื่อนที่ของรถเข็น (concurrent flow) พบว่าความแตกต่างของความชื้นสุดท้ายของวัสดุหลังการอบแห้ง ขึ้นอยู่กับความสม่ำเสมอของการไหลของอากาศที่เข้าสู่ห้องอบแห้ง การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งชนิดนี้ทำได้โดยการเพิ่มอุปกรณ์บังคับทิศทางลมและครีป (turning vanes) เพื่อช่วยการกระจายลมสม่ำเสมอขึ้น จากการทดลองอบแห้งลูกพรุน เพื่อศึกษาผลของอุปกรณ์บังคับทิศทางลม พบว่าความชื้นสุดท้ายเฉลี่ยลดลงจาก 12 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียกเหลือ 7 เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก

Achariyaviriya (2001) ได้ทำการศึกษาการจำลองสภาวะและศึกษาหาแนวทางการอบแห้งลำไยที่เหมาะสมที่สุด โดยได้ศึกษาอิทธิพลของ อุณหภูมิการอบแห้ง อัตราการไหลจำเพาะ และสัดส่วนอากาศที่นำกลับมาใช้ใหม่ ที่มีผลต่อค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ ในช่วงอุณหภูมิ 65-90°C อัตราการนำอากาศกลับมาใช้ใหม่อยู่ในช่วง 0 – 95 % และอัตราการไหลจำเพาะของอากาศประมาณ 14-30 $\text{kg}_{\text{dry air}} / \text{h} \cdot \text{kg}_{\text{longans}}$ ผลจากการจำลองสภาพเพื่อหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของการอบลำไยทั้งลูกนั้นพบว่า อุณหภูมิลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้งนั้นมีผลต่อทั้งค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะและเวลาในการอบแห้ง โดยค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะนั้นมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิลมร้อน ส่วนเวลาในการอบแห้งนั้นลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเพิ่มอุณหภูมิลมร้อน โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ใช้ในการอบแห้งคือ 75°C อัตราการไหลจำเพาะของอากาศ 28 $\text{kg}_{\text{dry air}} / \text{h} \cdot \text{kg}_{\text{longans}}$ อัตราการนำอากาศที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่เท่ากับ 0.90 ใช้เวลาในการอบแห้ง 33 ชั่วโมงและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ 3.3 MJ/kg-water สำหรับอิทธิพลของอัตราการไหลของอากาศนั้น พบว่าค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะจะขึ้นกับค่าอัตราการไหลจำเพาะของอากาศ โดยในช่วงแรก (ที่อัตราการไหลจำเพาะของอากาศ ประมาณ 14-15 $\text{kg}_{\text{dry air}} / \text{h} \cdot \text{kg}_{\text{longans}}$) ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะจะลดลงเมื่อค่าอัตราการไหลจำเพาะของอากาศเพิ่มขึ้นจนถึงจุดต่ำสุด (ที่อัตราการไหลจำเพาะของอากาศ ประมาณ 15 $\text{kg}_{\text{dry air}} / \text{h} \cdot \text{kg}_{\text{longans}}$) หลังจากนั้นค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะจะเพิ่มขึ้นตามอัตราการไหลจำเพาะของอากาศ ในส่วนของนำอากาศกลับมาใช้ใหม่ที่มีผลต่อค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะ พบว่าเมื่อมีการนำอากาศกลับมาใช้ซ้ำ ๆ ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในการอบแห้งนั้นมีค่าลดลง เมื่ออัตราส่วนการนำอากาศกลับมาใช้มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะจะมีค่าเพิ่มขึ้น

Kanma (2002) ได้ศึกษาหาแบบแผนการประหยัดพลังงานสำหรับการอบแห้งลำไยในห้องปฏิบัติการ ใช้แก๊สทุ้งคัมเป็นเชื้อเพลิงสำหรับให้ความร้อนแก่อากาศ โดยใช้ลำไยพันธุ์คอตที่มีความชื้นเริ่มต้น 137-180% มาตรฐานแห้ง ความชื้นสุดท้ายอยู่ในช่วง 10-14% มาตรฐานแห้ง อัตราการไหลของอากาศคงที่ ณ ค่าหนึ่งในช่วง 1429-2099 $\text{kg}_{\text{dry air}} / \text{h} \cdot \text{m}^3$ โดยทดลองอบแห้ง 2 รูปแบบคือแบบที่ 1 เป็นการอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิคงที่ 70°C และ 80°C ตลอดช่วงการอบแห้งและแบบที่ 2 เป็นการอบแห้งที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในระหว่างอบแห้งโดยเริ่มจาก 80°C ใน 10 ชั่วโมงแรกและลดลงเป็น 70°C ใน 16 ชั่วโมงถัดไปและ 60°C จนเสร็จสิ้นการอบแห้ง พบว่ารูปแบบที่ 2 สามารถลดการใช้พลังงานความร้อน

เนื่องจากการอบแห้งผลิตภัณฑ์ไม้ไม่จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูงมาก โดยอยู่ระหว่าง 50-70°C ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจะศึกษาเทคนิควิธีในการผลิตน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิไม่สูงจากเครื่องต้มน้ำร้อนและนำน้ำ

ร้อนมาผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน จากนั้นใช้พัดลมเป่าลมร้อนเข้าไปในห้องอบไม้ โดยที่ฝุ่นและควันที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องต้มน้ำร้อนนั้น จะนำมาผ่านเครื่องดักฝุ่นก่อนจะปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณฝุ่นจากการอบไม้ลงได้ โดยจะใช้ขี้เถ้าและไม้มะม่วงแคะสลักที่ไม่ได้คุณภาพนำมาทำเป็นเชื้อเพลิงน่าจะเหมาะสมเพราะมีปริมาณเศษขี้เถ้าที่เหลือจากการขึ้นรูปไม้มะม่วงเป็นจำนวนมากและมีไม้มะม่วงแคะสลักที่ไม่ได้คุณภาพบางส่วนอีกด้วย

1.6 สถานที่ดำเนินงาน

- 1.6.1 โรงอบแห้งไม้แคะสลัก ของนายนคร ปิยะจันทร์ ตั้งอยู่บ้านเลขที่ 60 หมู่ที่ 5 บ้านหม้อ ตำบลห้วยทราย อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่
- 1.6.2 ห้องปฏิบัติการ ชั้น G อาคาร 30 ปี ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 1.6.3 ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่