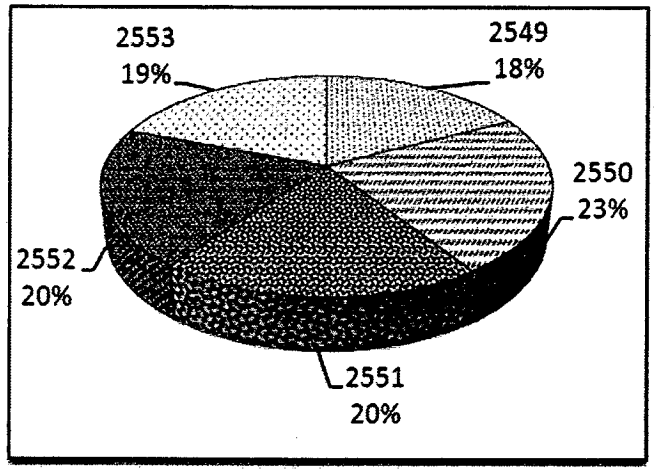
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ที่มีผลผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพอยู่ในระดับต้น ๆ ของโลกเช่น ข้าว ข้าวโพด ผัก ผลไม้ สมุนไพร และเครื่องเทศ ฯลฯ เมื่อถึงฤดูกาลจะมีผลผลิตออกมาเป็นจำนวนมากจึงทำให้เกิดวัสดุเหลือใช้จากภาคการเกษตรจำนวนมากจึงได้มีแนวคิดในการนำวัสดุที่เหลือใช้จากการเกษตรจำพวกเปลือกผลไม้มาผลิตเป็นแผ่นชิ้นไม้อัด เช่น เปลือกทุเรียน เนื่องจากประเทศไทยเป็นผู้ผลิตทุเรียนรายใหญ่ของโลก (ปี 2549-2553) เฉลี่ยปีละ6, 834,109 ตัน (www.dft.moc.go.th) ดังแสดงรายละเอียดแต่ละปีในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ปริมาณผลผลิตทุเรียนในประเทศไทยใน 5 ปีย้อนหลัง (หน่วย: %)

พื้นที่ปลูกทุเรียนกระจายอยู่ใน 26 จังหวัด ซึ่งอยู่ในภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย ตัวอย่าง เช่น 3 จังหวัดทางภาคตะวันออกคือ จังหวัดจันทบุรี จังหวัดระยองและจังหวัดตราดมีผลผลิตประมาณ 381,667 ตัน (ร้อยละ 52.5 ของผลผลิตรวม)ช่วงเก็บผลผลิตในเดือนมีนาคมถึงเดือนกรกฎาคม และทางภาคใต้ เช่น จังหวัดชุมพร จังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราชซึ่งมีผลผลิตประมาณ 215,401 ตัน (ร้อยละ 29.63 ของผลผลิตรวม) ช่วงเก็บผลผลิตในเดือนมิถุนายนถึง

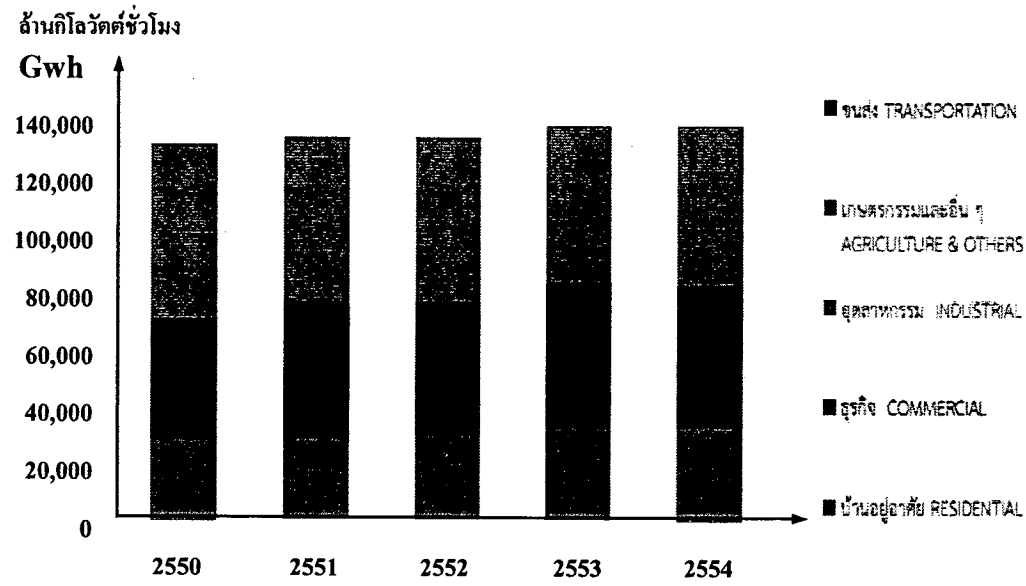
เดือนตุลาคม การบริโภคทุเรียนใช้บริโภคภายในประเทศ ประมาณร้อยละ 25 (545,000 ตัน) ส่งออกร้อยละ 25 (182,000 ตัน) การส่งออกทุเรียนส่งออกเป็นทุเรียนแช่แข็ง ทุเรียนกวนและทุเรียนอบแห้ง มีมูลค่าการส่งออกในปี 2549 รวมทั้งสิ้น 3,292.52 ล้านบาท สำหรับปี 2550 มูลค่าการส่งออกเดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคมรวมเท่ากับ 2,850 ล้านบาท จากข้อมูลดังกล่าวส่งผลให้มีวัสดุเหลือใช้จำพวกเปลือกทุเรียนมีแนวโน้มสูงขึ้นจำนวนมากถ้าไม่สามารถกำจัดขยะเหล่านี้จะส่งผลทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งอดีตได้มีนักวิจัยได้ทำการวิจัยโดยนำเส้นใยจากเปลือกทุเรียน มาผลิตเป็นแผ่นชิ้นไม้อัดที่มีค่าการนำความร้อนต่ำเพื่อใช้เป็นวัสดุในอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน เนื่องจากเส้นใยทุเรียนมีค่าการนำความร้อนต่ำ เท่ากับ 0.0921 (W/m.K) เมื่อเทียบกับเปลือกผลไม้ชนิดอื่นๆ (Khedari, Charoenvai and Hirunlabh, 2003: 435-441) ดังแสดงในตารางที่ 1.1 เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดเพื่อเป็นวัสดุภายในอาคารเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในประเทศ (ปี 2550 - 2554) เฉลี่ยปีละ 140,396 ล้านกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (Gwh) ดังแสดงในภาพที่ 1.1 ซึ่งมีแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงขึ้นทุกปี

ตารางที่ 1.1 ค่าความชื้น ค่าความหนาแน่น และค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของเปลือกผลไม้แต่ละชนิด (Khedari J, Suttisonk B, Pratintong N, Hirunlabh J, 2002: 65-70)

ชนิดของเปลือกผลไม้	ค่าความหนาแน่น (kg/m^3)	ค่าความชื้น (%wb)	ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (W/m.K)
เปลือกสับปะรด	660	79.759	0.1149
เปลือกเงาะ	636	76.996	0.1031
เปลือกทุเรียน	472	80.683	0.0921
เปลือกมะพร้าว	330	88.051	0.0779
เปลือกส้มโอ	670	78.925	0.1240
เปลือกมะม่วง	580	61.240	0.1119

ซึ่งในกระบวนการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดนั้นจะเกี่ยวข้องกับการอบแห้งไม่ว่าจะด้วยวิธีธรรมชาติหรือนำพลังงานจากแหล่งอื่นมาใช้ ในบางครั้งผลิตไม่ทันตามความต้องการหรือหากทันตามความต้องการจะต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงและได้ประสิทธิภาพไม่คุ้มเท่าที่ควร ส่งผลให้ต้องหากรรมวิธีการผลิตที่ช่วยในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพดี สะอาด ใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าและลดระยะเวลาในการอบแห้งให้สั้นที่สุดเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์จำนวนมากในเวลาที่รวดเร็ว เพื่อเป็นการรักษาคุณภาพ

ของผลิตภัณฑ์ ประหยัดพลังงานและลดค่าใช้จ่ายในการผลิตกรรมวิธีการอบแห้งนั้นโดยวัตถุประสงค์ในการทำนั้นเพื่อรักษาผลิตภัณฑ์ให้มีอายุยืนยาวขึ้น เพื่อไล่ความชื้นออก เช่นในการอบดินก่อนนำไปเผา



ภาพที่ 1.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ (ww.dede.go.th)

หรือในยางทำการไล่ความชื้นโดยกรรมวิธีทางธรรมชาติเช่นการตากแดดทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆต่อผลิตภัณฑ์รวมไปถึงความไม่สม่ำเสมอของพลังงานทางธรรมชาติทำให้การอบแห้งมีคุณภาพที่ไม่แน่นอน ส่วนการอบแห้งโดยใช้พลังงานลมร้อนซึ่งมีการใช้กันอย่างกว้างขวางนั้นมักจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป เพราะใช้อุณหภูมิที่สูงมากรวมทั้งระยะเวลาที่ยาวนานเกินไปรวมถึงการใช้พลังงานที่ไม่คุ้มค่าเต็มประสิทธิภาพเนื่องจากมีการสูญเสียในเรื่องพลังงานความร้อนให้กับธรรมชาติมาก การอบแห้งส่วนใหญ่จะใช้หลักการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยความแตกต่างของอุณหภูมิที่บริเวณผิวนอกของผลิตภัณฑ์กับผิวชั้นในของผลิตภัณฑ์ ด้วยการให้ความร้อนจากผิวนอกถ่ายเท่เข้าผิวชั้นในซึ่งหลักการนี้มักจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงได้ง่าย ผลิตภัณฑ์อาจเกิดรอยร้าวเนื่องมาจากอิทธิพลของความดันแก๊สภายในวัสดุหรือการขยายตัวที่ไม่เท่ากันของโครงสร้างอันเนื่องมาจากการกระจายตัวของอุณหภูมิที่ไม่สม่ำเสมอและผลิตภัณฑ์อาจเกิดรอยไหม้เนื่องจากการกระจ่ายตัวของอุณหภูมิไม่สม่ำเสมอตลอกทั้งผลิตภัณฑ์ส่งผลให้อุณหภูมิบางส่วนสูงมากจนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในของผลิตภัณฑ์ ทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็น

ผลเสียที่เกิดจากการอบแห้งโดยทั่ว ๆ ไป จึงได้มีการพัฒนาการอบแห้งขึ้นมาใหม่โดยที่ผลิตภัณฑ์สามารถรักษาคุณภาพได้ดีเหมือนเดิมและในขณะเดียวกันก็ไล่ความชื้นออกมาได้มากและเร็วกว่าวิธีเดิม คือการใช้คลื่นไมโครเวฟมาใช้ในกระบวนการอบแห้ง ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาได้มีการการนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ไมโครเวฟมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการทางความร้อนเพื่อใช้ในการแปรรูปวัสดุต่าง ๆ ในทางอุตสาหกรรม เช่นในปี 2548 มีนักวิจัยได้ทำการอบแห้งไม้โดยใช้ระบบเตาไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่องและการอบแห้งไม้โดยใช้เตาไมโครเวฟชนิดท่อนำคลื่นรูปทรงสี่เหลี่ยม (โหมด TE_{10}) โดยตัวแปรที่ใช้ศึกษาคือ กำลังที่ป้อนเข้าไปและระยะเวลาที่ใช้ในการอบที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของไม้ เช่น ความชื้นสุดท้าย สีของเนื้อไม้ รวมถึงคุณภาพเชิงกล จากนั้นทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติของไม้ที่อบโดยใช้ระบบเตาไมโครเวฟชนิดสายพานลำเลียงแบบต่อเนื่องกับการอบแห้งโดยใช้เตาอบแบบการพาความร้อน พบว่าการใช้พลังงานไมโครเวฟเป็นแหล่งพลังงานนั้นจะช่วยประหยัดพลังงาน ลดระยะเวลาใช้ในกระบวนการได้ถึง 25 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เตาอบแบบพาความร้อน ชิ้นงานได้รับความร้อนทั่วทั้งปริมาตรอย่างสม่ำเสมอและยัง เป็นการใช้พลังงานที่เต็มประสิทธิภาพ รวมทั้งคุณสมบัติเชิงกลของไม้ดีขึ้น(สมศักดิ์ วงษ์ประดับไชย, 2548) ซึ่งการให้ความร้อนด้วยคลื่นไมโครเวฟจะอาศัยคุณสมบัติของการดูดกลืนพลังงานจากคลื่นไมโครเวฟภายในผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลิภัณฑ์ที่นำมาผ่านกระบวนการนี้ศัพท์ทางวิศวกรรมที่เกี่ยวกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเราเรียกว่าวัสดุไดอิเล็กตริก วัสดุไดอิเล็กตริกหมายถึงวัสดุกึ่งฉนวนที่มีโครงสร้างพื้นฐานทางจุลภาคมีลักษณะเป็นขั้วทางไฟฟ้า (Dipoles) ซึ่งอันตรกิริยา (Interaction) ระหว่าง (Dipoles) และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่งผลทำให้เกิดความร้อนภายในขึ้น (Internal Heat Generation) ดังนั้นผลิตภัณฑ์จะกระจายความร้อนจากภายในสู่ผิวภายนอก ดังนั้นในปี 2547 จึงได้มีการศึกษากระบวนการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟแก่วัสดุไดอิเล็กตริกโดยเน้นการศึกษาไปที่จลนศาสตร์ของกระบวนการอบแห้งและคุณสมบัติเชิงกลของชิ้นทดสอบคือ ยางพารา เซรามิกส์และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช และคณะ,18-20 ตุลาคม 2547) ซึ่งพบว่าการใช้คลื่นไมโครเวฟสามารถช่วยประหยัดพลังงาน ลดระยะเวลาในการอบแห้งชิ้นงานและชิ้นงานได้รับความร้อนสม่ำเสมอทั่วทั้งปริมาตร สามารถลดการเกิดรอยร้าวและรอยไหม้ ทำให้ควบคุมคุณภาพของวัสดุได้ง่ายและการกระจายความชื้นภายในโครงสร้างเป็นไปอย่างสม่ำเสมอซึ่งจะทำให้คุณสมบัติเชิงกลของวัสดุดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งแบบธรรมดา และต่อมาได้มีนักวิจัยอีกท่านทำการศึกษาการอบแห้งวัสดุไดอิเล็กตริกโดยใช้ระบบไมโครเวฟชนิดป้อนคลื่นหลายตำแหน่งที่ไม่สมมาตรและสายพายลำเลียงอย่างต่อเนื่อง โดยวัสดุไดอิเล็กตริกที่ใช้คือ วัสดุชื้นน้อย (nonhygroscopic material) ได้แก่ แพคเบดวัสดุพรุน (porous packed bed) และวัสดุชื้นมาก (hygroscopic material) ได้แก่ ชิ้น

กล้วยหั่นบาง (banana sliced) โดยศึกษาชนิดของกระบวนการอบแห้ง ทิศทางการป้อคลื่นและอุณหภูมิพลังงานที่ใช้ในการอบแห้ง ที่มีอิทธิพลต่อจลนพลศาสตร์ของการอบแห้ง (Somsak Vongpradubchai, 2010) พบว่าจากการอบแพคเบดวัสดุพรุนการป้อนคลื่นไมโครเวฟด้านบนดาวิตี้และใช้พลังงานไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จากนั้นทำการอบแห้งวัสดุชิ้นมาก โดยใช้ชิ้นกล้วยหันบาง พบว่าลักษณะการอบแห้งแบบไฮบริดโดยใช้พลังงานไมโครเวฟร่วมกับลมบรรยากาศที่ 30°C เป็นกรณีศึกษาที่ดีที่สุดและจากการพิจารณาจลนพลศาสตร์การอบแห้งพบว่า พลังงานที่ใช้ภายในระบบและคุณภาพของกล้วย (สีและโครงสร้าง)สามารถนำผลการทดลองไปใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

จากกระบวนการอบแห้งโดยใช้คลื่นไมโครเวฟชนิดป้อนคลื่นหลายตำแหน่งที่ไม่สมมาตรและสายพายลำเลียงอย่างต่อเนื่องนั้นทำให้กระบวนการอบแห้งมีประสิทธิภาพ ช่วยลดระยะเวลาในการอบ ประหยัดพลังงานและสามารถควบคุมคุณภาพองผลิตภัณฑ์ได้ทั้งทางกายภาพและทางกล ดังนั้นการศึกษาจลนพลศาสตร์ของการอบแห้งไม้อัดสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการอบแห้งสำหรับในงานอุตสาหกรรมได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกทุเรียนหมอนทองแห้ง เส้นใยเปลือกทุเรียนหมอนทอง และผงเปลือกทุเรียนหมอนทอง

1.2.2 เพื่อศึกษากระบวนการอบแห้งแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนหมอนทองโดยใช้คลื่น ไมโครเวฟชนิดป้อนคลื่นหลายตำแหน่งที่ไม่สมมาตรและสายพายลำเลียงอย่างต่อเนื่อง

1.2.3 เพื่อศึกษาลักษณะจลนพลศาสตร์ของกระบวนการอบแห้งแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนหมอนทองโดยใช้คลื่นไมโครเวฟชนิดป้อนคลื่นหลายตำแหน่งที่ไม่สมมาตรและสายพายลำเลียงอย่างต่อเนื่อง

1.2.4 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพพลังงานของกระบวนการอบแห้งแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนหมอนทองโดยใช้คลื่นไมโครเวฟชนิดป้อนคลื่นหลายตำแหน่งที่ไม่สมมาตรและสายพายลำเลียงอย่างต่อเนื่อง ให้กำลังงานไมโครเวฟที่ป้อนเข้าสู่ระบบ (2400 W) อุณหภูมิลมร้อนที่ป้อนเข้าสู่ระบบ (40, 50 และ 60 °C)

1.2.5 เพื่อศึกษาระดับโครงสร้างระดับอิเล็กตรอนของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนหมอนทอง

1.2.6 เพื่อศึกษาลักษณะภาพถ่ายทางความร้อนของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนหมอนทอง

1.2.7 เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ ทางกล และทางความร้อนของแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนหมอนทองโดยเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยคลื่นไมโครเวฟ และไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 วัสดุที่ใช้ในการทดลองนี้คือเปลือกทุเรียนหมอนทองแห้ง เส้นใยเปลือกทุเรียนหมอนทอง ผงเปลือกทุเรียนหมอนทอง และแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนหมอนทองที่มีความชื้นอยู่ที่ 30-40 % Dry Basis ให้มีความชื้นสุดท้ายที่ 10 - 15 % Dry Basis

1.3.2 ศึกษาการและวิเคราะห์การกระจายตัวของอุณหภูมิ ความชื้น คุณสมบัติเชิงกลของแผ่นชิ้นไม้อัด ตรวจสอบความแข็งแรงและโครงสร้างภายในของชิ้นไม้อัดหลังจากการอบแห้งโดยใช้เตาไมโครเวฟชนิดป้อนคลื่นหลายตำแหน่งที่ไม่สมมาตรและสายพายลำเลียงอย่างต่อเนื่อง

1.3.3 แหล่งพลังงานที่ใช้คือพลังงานความร้อนโดยใช้คลื่นไมโครเวฟชนิดป้อนคลื่นหลายตำแหน่งที่ไม่สมมาตรและสายพายลำเลียงอย่างต่อเนื่องโดยมีอุโมงค์เป็นหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหน้าตัด 0.45 เมตร×0.90 เมตร มีความยาวอุโมงค์ 3 เมตร ภายในติดตั้งแมกนีตรอนกำลังต่ำ ความถี่ที่ใช้คือ 2.45 GHz

1.3.4 ใช้กำลังงานไมโครเวฟที่ 6×800 วัตต์ และกำลังงานไมโครเวฟที่ 3 × 800 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อนที่ป้อนเข้าสู่ระบบ (40, 50 และ60 °C)

1.3.5 พารามิเตอร์ที่ศึกษาคือสมบัติทางกายภาพ ทางกล และทางความร้อนของแผ่นชิ้นไม้อัด อุณหภูมิแผ่นชิ้นไม้อัด เวลาในการอบแห้ง และการสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะในกระบวนการอบแห้ง (Specific Energy Consumption, SEC)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถเข้าใจถึงอันตรกริยาระหว่างคลื่นไมโครเวฟกับแผ่นชิ้นไม้อัดและนำเอาความรู้ไปออกแบบระบบไมโครเวฟที่มีประสิทธิภาพต่อไป

1.4.2 สามารถนำงานวิจัยไปเป็นแนวทางเพื่อพัฒนาการอบแห้งชิ้นไม้อัดในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

1.4.3 สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อน ความชื้น และมวลในกระบวนการอบแห้งแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนหมอนทองด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนโดยใช้ระบบสายพานลำเลียงต่อเนื่อง

1.4.4 เข้าใจถึงอันตรกริยาระหว่างคลื่นไมโครเวฟกับแผ่นชิ้นไม้อัดจากเปลือกทุเรียนหมอนทอง สามารถนำเอาองค์ความรู้ไปใช้ในการออกแบบระบบไมโครเวฟเป็นแหล่งพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.5 เป็นแนวทางการใช้งานหรือการพัฒนาการอบแห้งแผ่นชิ้นไม้อัดที่เหมาะสมและประหยัดพลังงาน

1.4.6 ลดการพึ่งพาเทคโนโลยีต่างประเทศ

1.4.7 ลดมลภาวะขยะจากเปลือกทุเรียน