บทที่ 5

วิจารณ์

5.1 ลักษณะการเผาไหม้ของถ่านไม้ภายในท่อเผาไหม้

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเผาถ่านไม้ภายในท่อเผาไหม้เพื่อศึกษาลักษณะการทำงานของเครื่องมือ และเพื่อนำข้อมูลมาใช้ปรับปรุงเครื่องมือให้สามารถใช้งานได้ดีขึ้น โดยขั้นแรกจะทำการก่อไฟบนตะแกรงภายในท่อเผาไหม้ เมื่อเริ่มก่อไฟถ่านไม้จะเริ่มติดไฟไปทีละน้อยจนลุกแดงหมดทั้ง 2 กิโลกรัม ถินเวลาประมาณครึ่งชั่วโมงถึงหนึ่งชั่วโมงขึ้นกับชนิดของถ่านไม้ การเผาไหม้เป็นแบบควบคุมโดยขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังสมการ

ปฏิกิริยาเริ่มแรกในการเผาไหม้คือ $xC + yO_2 = mCO + nCO_2$

ปฏิกิริยาช่วงที่ 2 ที่จะให้ได้ผลสุดท้ายคือ $2CO + O_2 = 2CO_2$

$C + CO_2 = 2CO$

มากกว่าโดยขั้นตอนที่ออกซิเจนซึมผ่านก๊าซฟิล์มและผ่านเถ้า ทุกครั้งก่อนการเติมถ่านจะต้องทำการเกลี่ยถ่านแยกเถ้าออก ซึ่งจะช่วยให้ถ่านได้สัมผัสกับอากาศมากขึ้น

ลักษณะการติดไฟของถ่านขึ้นกับขนาดของถ่านไม้ถ้ามีขนาดเล็กก็จะติดไฟได้เร็วกว่าถ่านไม้บางชนิดติดไฟได้ช้า และอัตราการเผาไหม้ต่ำ ดังนั้นเมื่อทำการเติมถ่านทุกครึ่งชั่วโมง ถ่านที่มีอยู่เดิมยังเผาไหม้ไม่หมด เมื่อเติมถ่านใหม่เข้าไปถ่านก็จะอัดกันแน่นเต็มตะแกรงจนไม่สามารถเติมถ่านได้อีก หลังจากหยุดการเติมถ่านสังเกตอุณหภูมิอากาศร้อนภายในเครื่องอบไล่ชั้นคากจะค่อยลดลงทีละน้อย ดังเช่นในกราฟรูปที่ 4.5 ข เวลา 3.00 น. – 4.30 น. จากข้อมูลของการทดลองในตารางที่ 4.5 ภาคผนวกอาจเนื่องจากว่าถ่านอัดแน่นจนเกินไป โอกาสที่อากาศภายนอกจะเข้าไปสัมผัสน้อยลงจึงเกิดการสันดาปเฉพาะถ่านที่อยู่บริเวณรอบนอกเท่านั้น แต่เมื่อเวลา 5.00 น. อุณหภูมิกลับสูงขึ้น

ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าในการทดลองถึงแม้จะหยุดเติมถ่าน แต่ก็คงเกลี่ยถ่านทุกครั้งชั่วโมง ถ่านไม้ภายในเตาที่เหลือมีโอกาสสัมผัส กับออกซิเจนมากขึ้นจึงสันดาปได้ดี อุณหภูมิจึงสูงขึ้น ซึ่งปัญหานี้อาจแก้ไขโดยเพิ่มพื้นที่ตะแกรงรองถ่านให้มากขึ้น หรือไม่มีช่องหรือรูให้อากาศผ่านได้มากขึ้น หรือทำการเกลี่ยถ่านบ่อย ๆ และเปิดฝาหน้าเตาให้อากาศภายนอกผ่านเข้าได้มากขึ้น แต่กรณีที่ถ่านติดไฟดีจะไม่มีปัญหาแต่อย่างใด ฝาปิดหน้าเตานอกจากจะช่วยควบคุมปริมาณอากาศเข้าท่อเผาไหม้แล้ว ยังช่วยลดปริมาณความร้อนสูญเสียจากการแผ่รังสีความร้อนและการพาความร้อนอีกด้วย

ปัญหาที่พบในท่อเผาไหม้คือปริมาณเถ้าส่วนหนึ่งจะถูกพาไปกับอากาศร้อนและเกาะตามผนังท่อด้านใน รวมทั้งพวกสารระเหยง่ายซึ่งถ้านานเข้าจะหนาขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้การถ่ายเทความร้อนจากผนังท่อด้านในสู่ผนังท่อด้านนอกลดลง และมีปัญหาในการทำความสะอาดท่อ ซึ่งถึงแม้จะทำได้แต่ไม่สะดวก ลักษณะการเผาไหม้ของถ่านไม้เมื่อปิดหรือเปิด damper ในงานวิจัยนี้ไม่มีความแตกต่างกันแต่อย่างใด

5.2 อุณหภูมิภายในเครื่องอบ

ในช่วงต้นของการทดลองเผาถ่านไม้ อุณหภูมิในเครื่องอบจะไม่เปลี่ยนแปลงเท่าใดนักเพราะถ่านไม้ยังลุกไหม้ไม่สมบูรณ์ และอุณหภูมิใต้ชั้นตากของเครื่องอบจะสูงกว่าอุณหภูมิเหนือชั้นตากเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากการถ่ายเทความร้อนโดยการพาจากผิวดินสู่อากาศ ผลการทดลองได้แสดงไว้ในรูปที่ (4.1 – 4.8) ก และ ข และในภาคผนวก ค เมื่อทำการเติมถ่านไม้ประมาณ 2 กิโลกรัมทุกครึ่งชั่วโมงจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในเครื่องอบจะค่อย ๆ สูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งอุณหภูมิสูงสุดที่ได้นั้นขึ้นกับค่าความร้อนของถ่านไม้ที่ใช้ในการเผาไหม้ และอัตราการเผาไหม้ของถ่านไม้ชนิดนั้น ถ้าถ่านไม้ชนิดมีค่าความร้อนสูงและอัตราการเผาไหม้เร็วจะทำให้ได้ปริมาณความร้อนสูง แต่ถ้าถ่านไม้มีค่าความร้อนต่ำจะได้รับปริมาณความร้อนต่ำ ในช่วงต้นของการเผาไหม้อุณหภูมิภายในเครื่องยังไม่สูงมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากว่าปริมาณความร้อนส่วนหนึ่งต้องใช้ในการทำให้ท่อเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงขึ้นและความแตกต่างของอุณหภูมิภายในเครื่องอบใต้ชั้นตากช่วงต้น และช่วงปลายของเครื่องอบต่างกันไม่มากนัก

5.2.1 อุณหภูมิใกล้ชั้นตาก

5.2.1.1 เมื่อยังไม่ติด damper

ผลการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 4.1.ข และในตารางที่ 4.1 ในภาคผนวก ค ในช่วงต้นของการเผาไหม้อุณหภูมิภายในเครื่องอบใกล้ชั้นตากในช่วงความยาวต้นท่อและปลายท่อเผาไหม้ยังไม่มีความแตกต่างกันมากนัก เช่นที่เวลา 20.00 น. อุณหภูมิช่วงต้นท่อ 40°ข ส่วนอุณหภูมิช่วงปลาย 33°ข แตกต่างกัน 7°ข แต่หลังจากทำการเผาไหม้ถ่านไม้ไปเรื่อย ๆ จนถึงเวลา 21.00 น. อุณหภูมิช่วงต้นท่อ 61°ข และอุณหภูมิช่วงปลายท่อ 47°ข แตกต่างกันถึง 14°ข จะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องสูงขึ้น ความแตกต่างของอุณหภูมิภายในเครื่องอบช่วงต้นท่อและช่วงปลายท่อจะยิ่งมีความแตกต่างกันมากขึ้น

5.2.1.2 เมื่อ ปิด damper

ผลการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 4.2.ข และในตารางที่ 4.2 ในภาคผนวก ค จากผลการทดลองจะเห็นว่าค่าอุณหภูมิที่วัดได้ใกล้เคียงกับการทดลองเมื่อยังไม่ได้ติด damper และยังมีความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงต้นของท่อเผาไหม้กับช่วงปลายเช่นที่เวลา 21.30 น. อุณหภูมิช่วงต้นท่อ 62°ข อุณหภูมิช่วงปลายท่อ 47°ข แตกต่างกันประมาณ 15°ข

เนื่องจากอุณหภูมิภายในเครื่องอบมีความแตกต่างกันมากระหว่างช่วงต้นท่อถึงช่วงปลายท่อ โดยเฉพาะช่วงต้นท่อมีอุณหภูมิสูงกว่าช่วงอื่นมากส่วนช่วงอื่น ๆ ได้แก่ ช่วง 3, 5 และ 7 ของเครื่องอบอุณหภูมิใกล้เคียงกัน เช่นในรูปที่ 4.2 ข เวลา 22.00 น. ช่วงที่หนึ่งของเครื่องอบอุณหภูมิสูงถึง 65°ข ในขณะที่ช่อง 3, 5 และ 7 อุณหภูมิอยู่ในช่วง 50–55°ข จึงได้ทำการปรับปรุงให้อุณหภูมิภายในเครื่องอบใกล้เคียงกัน วิธีการที่จะทำให้อุณหภูมิภายในเครื่องอบใกล้เคียงกันมีหลายวิธี เช่น การวางท่อเผาไหม้ในลักษณะลาดเอียงขึ้นในช่วงต้นท่อเผาไหม้อยู่ห่างจากชั้นตากมากที่สุด แล้วค่อยลาดเอียงขึ้นจนถึงปลายท่อเผาไหม้จะอยู่ใกล้ชั้นตากมากที่สุด การวางท่อเผาไหม้ลักษณะนี้ช่วงต้นท่อมีอุณหภูมิ

สูงมาก เมื่ออยู่ห่างจากชั้นดากอุณหภูมิที่ชั้นดากจะไม่สูงมากนัก ส่วนบริเวณปลายท่ออุณหภูมิไม่สูงนัก เมื่อวางให้อยู่ใกล้ชั้นดากมากกว่า ทำให้อุณหภูมิที่ชั้นดากสูงใกล้เคียงกับบริเวณต้นท่อเผาไหม้

อย่างไรก็ดีหากอุณหภูมิภายในท่อเผาไหม้ช่วงต้นท่อและปลายท่อแตกต่างกันมาก การวางท่อเผาไหม้ลาดเอียงเช่นนี้ก็จะไม่ช่วยลดความแตกต่างของอุณหภูมิที่ชั้นดากได้มาก จึงต้องทำการหุ้มผนังท่อบางส่วนด้วยฉนวน เช่นผนังท่อช่วงต้นอุณหภูมิสูงมาก จะทำการหุ้มพื้นที่มากที่สุดเพื่อให้ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทออกในช่วงนี้ลดน้อยลง ส่วนช่วงต่อไปอุณหภูมิภายในท่อลดลงก็จะหุ้มพื้นที่ลดลงตามลำดับ โดยหลักการนี้ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากผนังท่อในแต่ละช่วงความยาวท่อเผาไหม้จะใกล้เคียงกันทำให้อุณหภูมิที่ชั้นดากค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดแนวความยาวท่อเผาไหม้ วิธีการหุ้มฉนวนลักษณะนี้อาจทำได้โดยฝังท่อบางส่วนลงในดิน โดยขุดดินให้เป็นร่องลักษณะลาดเอียงขึ้นทางปลายท่อเผาไหม้ บริเวณช่วงต้นท่อเผาไหม้จะลึกที่สุด แล้วค่อยลาดเอียงขึ้นจนถึงบริเวณปลายท่อเผาไหม้จะตื้นที่สุด โดยวิธีการนี้ท่อเผาไหม้จะอยู่ในลักษณะเอียงขึ้น ท่อเผาไหม้จะถูกหุ้มด้วยดินที่โอบอยู่โดยรอบช่วงต้นท่อเผาไหม้จะถูกหุ้มมากที่สุด และช่วงปลายท่อถูกหุ้มไว้น้อยที่สุด การวางท่อเผาไหม้ในลักษณะลาดเอียงนี้จะช่วยให้อากาศร้อนภายในท่อเผาไหม้ไหลผ่านออกสู่ปล่องเผาไหม้ได้ดีอีกด้วย แต่อาจประสบปัญหากรณีฝนตกน้ำอาจขังได้ง่าย ต้องทำทางระบายน้ำไม่ให้น้ำขังได้ ในงานวิจัยนี้ไม่ได้ทดลองเอียงปลายท่อเผาไหม้ขึ้น เนื่องจากชั้นดากอยู่สูงจากพื้นดินเพียง 0.80 เมตร เมื่อวางท่อเผาไหม้ไว้ใต้ชั้นดากแล้วผนังท่ออยู่ต่ำกว่าชั้นดากเพียงเล็กน้อยเท่านั้นประมาณ 0.10 เมตร จึงไม่สามารถยกให้เอียงสูงตามต้องการได้และไม่ได้ทดลองฝังท่อลงในดินเนื่องจากว่ายังไม่ได้ทำการทดลองว่าจะต้องหุ้มผนังท่อเผาไหม้ด้วยฉนวนพื้นที่มากน้อยเท่าใด

อีกวิธีหนึ่งได้แก่การออกแบบให้ท่อเผาไหม้ไหลวนกลับ โดยให้ปลายท่อเผาไหม้อยู่ระยะเดียวกับต้นท่อเผาไหม้ ซึ่งหากจะทำให้อุณหภูมิภายในเครื่องอบใกล้เคียงกันโดยวิธีนี้ จะต้องทำการสร้างท่อเผาไหม้ขึ้นมาใหม่ขนาดเล็กกว่าถังน้ำมัน 200 ลิตร จึงไม่ได้

ทำการปรับปรุงโดยวิธีนี้ แต่ได้ทำการทดลองโดยใช้ฉนวนหุ้มรอบผนังท่อบางส่วน ซึ่งไม่จำเป็นต้องสร้างท่อเผาไหม้ขึ้นใหม่ ชนิดของฉนวนที่ทดลองใช้ในครั้งแรกได้แก่ดินเหนียว เนื่องจากดินเหนียวมีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ดีและหาได้ง่ายตามทุ่งนาซึ่งส่วนใหญ่มีลักษณะดินเป็นดินเหนียว

5.2.1.3 หุ้มผนังท่อด้วยดินเหนียว

การทดลองหุ้มท่อเผาไหม้บางส่วนด้วยดินเหนียว โดยทำการหุ้มจากต้นท่อเผาไหม้ไปยังปลายท่อเผาไหม้ ทั้งนี้เนื่องจากว่าจากผลการทดลอง 4.2.1 ปรากฏว่าอุณหภูมิของผนังท่อช่วงต้นจะสูงมากกว่าช่วงปลาย เนื่องจากปริมาณความร้อนส่วนใหญ่จะถูกถ่ายเทให้กับผนังเตาในช่วงต้นท่อเผาไหม้เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นเพื่อให้ปริมาณความร้อนที่ถูกถ่ายเทตามแนวความยาวท่อเผาไหม้มีปริมาณเท่า ๆ กัน จึงทำการหุ้มฉนวนผนังท่อเผาไหม้จากช่วงต้นไปช่วงปลายพื้นที่มากไปน้อยตามลำดับส่วนช่วงต้นของท่อเผาไหม้มีอุณหภูมิสูงมาก จึงลดพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนให้น้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากว่าปริมาณความร้อนที่ถูกถ่ายเทนี้จะขึ้นกับพื้นที่สำหรับถ่ายเทความร้อนและแรงขับดัน ซึ่งได้แก่ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของผนังท่อและอุณหภูมิอากาศที่อยู่รอบ ๆ ท่อในขณะนั้น เมื่ออากาศร้อนภายในท่อเผาไหม้ถ่ายเทความร้อนให้ผนังท่อช่วงต้นไปแล้ว อุณหภูมิอากาศร้อนภายในท่อจะลดลง ทำให้อุณหภูมิผนังท่อช่วงต่อไปลดลง เมื่อแรงขับดันลดลงจึงต้องเพิ่มพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนในช่วงต่อไปให้มากขึ้นจึงหุ้มฉนวนพื้นที่ลดลงเช่นนี้ตามลำดับ ดังแสดงอยู่ในรูปที่ 3.5

จากผลการทดลองรูปที่ 4.3.ข เมื่ออุณหภูมิช่วงต้นท่อเผาไหม้ของอากาศใต้ชั้นตากที่เวลา 21.00 น. เท่ากับ 61 °ข และอุณหภูมิช่วงปลาย 52 °ข แตกต่างกัน 9 °ข เปรียบเทียบกับผลการทดลอง 4.2.1 รูปที่ 4.2 ข. เมื่อเวลา 21.00 น. อุณหภูมิอากาศใต้ชั้นตากช่วงต้นท่อเท่ากับ 60 °ข และอุณหภูมิช่วงปลาย 46 °ข แตกต่างกัน 14 °ข จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการหุ้มผนังท่อด้วยฉนวน อากาศร้อนถ่ายเทความร้อน

ให้ผนังท่อช่วงต้นน้อยลงและมาถ่ายเทให้ช่วงปลายมากขึ้นเป็นผลให้อุณหภูมิช่วงปลายสูงขึ้น และความแตกต่างของอุณหภูมิช่วงต้นท่อและช่วงปลายท่อของอากาศใต้ชั้นตากน้อยลง สาเหตุที่ต้องการให้อุณหภูมิภายในเครื่องอบใกล้เคียงกันตลอดแนวความยาวท่อก็เพื่อให้การอบแห้งเป็นไปอย่างสม่ำเสมอใกล้เคียงกันตลอดความยาวเครื่องอบ ในรูปที่ 4.3 ข เวลา 20.00 น. อุณหภูมิอากาศช่วงที่ 1 ของเครื่องอบต่ำกว่าช่วงอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าในช่วงแรกของการเผาไหม้อุณหภูมิผนังท่อช่วงแรกยังไม่สูงมากกว่าในช่วงอื่นมากนัก และถูกหุ้มฉนวนไว้หนามีพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนน้อย จึงถ่ายเทความร้อนออกมาได้ไม่มากต่อมาเมื่ออุณหภูมิผนังท่อสูงขึ้น อุณหภูมิของผนังท่อในช่วงที่ 1 นี้จะสูงกว่าช่วงอื่นมาก ดังนั้นในเวลา 21.00 น. อุณหภูมิของอากาศใต้ชั้นตากในช่วงที่ 1 จึงสูงกว่าที่ช่วงอื่น ๆ ของเครื่องอบ

อย่างไรก็ดีถึงแม้ว่าจะสามารถทำให้อุณหภูมิปลายท่อเผาไหม้สูงขึ้น และมีความแตกต่างของอุณหภูมิช่วงต้นและช่วงปลาย ประมาณ 9 °ซ ก็ตาม แต่อุณหภูมิของอากาศร้อนใต้ชั้นตากช่วงต้นท่อเผาไหม้ยังคงสูงเกินไปคือ สูงถึง 61 °ซ ซึ่งในการทดลองนี้ได้พอกดินเหนียวไว้หนาถึง 1 นิ้ว และพื้นที่ในการพอกสูงถึงประมาณร้อยละ 83.93 ของพื้นที่ผนังท่อช่วงต้นทั้งหมด สาเหตุที่อุณหภูมิยังสูงอยู่เนื่องจากว่าดินเหนียวเมื่อแห้งแล้วจะแตกเป็นรอยร้าวทำให้มีพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนได้ และข้อเสียของการพอกดินเหนียวคือดินเหนียวร่วงหลุดลงได้ง่าย ถึงแม้จะใช้ฟางข้าวคลุกผสมสำหรับเป็นใยยึดไว้ก็ตาม

5.2.1.4 หุ้มผนังท่อด้วยใยแก้ว

จากผลการทดลอง 4.2.3 พบว่า การหุ้มฉนวนช่วยให้อุณหภูมิของอากาศใต้ชั้นตากใกล้เคียงกันมากขึ้นและพบข้อเสียของการหุ้มท่อด้วยดินเหนียว จึงเปลี่ยนฉนวนที่จะใช้หุ้มใหม่โดยใช้ใยแก้วซึ่งสะดวกกว่ามาก แต่ราคาค่อนข้างแพง เมื่อลอกดินออก และทำความสะอาดผนังท่อเผาไหม้แล้วจึงค่อยนำใยแก้วมาหุ้มยึดไว้ด้วยลวด พื้นที่ของการหุ้มด้วยใยแก้วทำการหุ้มคล้ายกับการหุ้มด้วยดินเหนียว คือจากมากตอนต้นและน้อยตอนปลายของเตาเผา หลังจากทำการเผาถ่านแล้วพบว่าอุณหภูมิของอากาศใต้ชั้นตากมีอุณหภูมิค่อนข้างสม่ำเสมอเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 1–2 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.4 ข ที่เวลา

21.00 น. อุณหภูมิอากาศใต้ชั้นถากช่วงต้นท่อ 52 °ซ ในขณะที่ช่วงปลายท่อมีอุณหภูมิ 50 °ซ แตกต่างกันเพียง 2 °ซ และอุณหภูมิอากาศใต้ชั้นถากช่วงปลายสูงถึง 50 °ซ ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ต้องการใช้ในการอบข้าว

5.2.2 อุณหภูมิที่ชั้นถากและอุณหภูมิเหนือชั้นถาก

อุณหภูมิที่ชั้นถากจะสูงกว่าอุณหภูมิภายในเครื่องเหนือชั้นถากเล็กน้อย เนื่องจากอยู่ใกล้ท่อข้างล่าง และเมื่ออากาศไหลผ่านจากชั้นล่างสู่ชั้นบนที่ถาก ปริมาณความร้อนส่วนหนึ่งจะสูญเสียสู่บรรยากาศภายนอกโดยการแผ่รังสีความร้อน หรือการพาความร้อน หรือเนื่องจากอากาศภายนอกไหลเข้าเครื่องอบทางประตูทั้งสามทำให้อุณหภูมิอากาศเหนือชั้นถากข้าวลดลง ในรูปที่ 4.1 ก, 4.1 ข และ 4.1 ง เวลา 22.00 น. อุณหภูมิช่วงต้นท่อเผาไหม้ในช่วงที่ 1 ของเครื่องอบใต้ชั้นถากเท่ากับ 61 °ซ ในขณะที่อุณหภูมิที่ชั้นถากเท่ากับ 51 °ซ และอุณหภูมิเหนือชั้นถากเท่ากับ 47 °ซ การที่อุณหภูมิที่ชั้นถากต่ำกว่าอุณหภูมิใต้ชั้นถากอาจเนื่องจากมีปริมาณอากาศจำนวนหนึ่งไหลผ่านแผงรังผึ้งมาผสมกับอากาศร้อนใต้ชั้นถาก ทำให้อุณหภูมิที่ชั้นถากลดลง ต่ำกว่าอุณหภูมิใต้ชั้นถากโดยทั่วไป เมื่ออุณหภูมิใต้ชั้นถากมีแนวโน้มอย่างไรอุณหภูมิที่ชั้นถากและอุณหภูมิเหนือชั้นถากก็จะมีแนวโน้มเช่นกัน ดังในรูปที่ 4.1 ก, 4.1 ข และ 4.1 ง.

แต่การหุ้มฉนวนโดยหุ้มใยแก้วไว้ที่ส่วนบนของผนังท่อเผาไหม้นี้ทำให้อุณหภูมิที่ชั้นถากไม่สม่ำเสมอตลอดพื้นที่ด้านกว้างของชั้นถาก เนื่องจากว่าบริเวณที่อยู่เหนือใยแก้วจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณอื่นดังในรูปที่ 4.4 ง ได้ทำการวัดอุณหภูมิที่ชั้นถากข้าว อุณหภูมิที่ชั้นถากข้าวช่วงที่สองค่าอุณหภูมิที่อ่านได้ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ทั้งนี้เนื่องจากการวางตำแหน่งของเครื่องวัดอุณหภูมิอยู่เหนือใยแก้ว ความร้อนจึงแผ่ออกมาได้ไม่ดีในบริเวณนั้น แต่เมื่อเวลา 22.00 น. ได้ทำการย้ายเครื่องวัดอุณหภูมิทุกจุดให้อยู่บริเวณด้านข้างของท่อเผาไหม้ ซึ่งจะเห็นว่าอุณหภูมิช่วงที่สองสูงขึ้นใกล้เคียงกับช่วงที่หนึ่งและช่วงที่สาม แต่อย่างไรก็ดีคาดว่าเมื่อทำการอบข้าว อากาศใต้ชั้นถากข้าวจะไหลผ่านชั้นข้าวได้ช้าลง ทำให้เกิดการไหลวนของอากาศใต้ชั้นถากช่วยให้อุณหภูมิใต้ชั้นถากสม่ำเสมอเท่ากันตลอด

5.3 อุณหภูมิที่ผนังท่อ

อุณหภูมิที่ผนังท่อตามแนวของเครื่องอบนั้นจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเนื่องจากขึ้นกับอัตราการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ในช่วงแรกของการเติมถ่านไม้อุณหภูมิของผนังท่อจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ และเมื่อถ่านติดหมดจะค่อย ๆ มอดลง อุณหภูมิของผนังท่อก็จะค่อย ๆ ลดลงตามไปด้วย อุณหภูมิของผนังท่อที่แสดงไว้นี้เป็นอุณหภูมิของผนังท่อที่เวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น

5.3.1 ไม่ได้ติด damper และปิด damper

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.1 ค เมื่อไม่ได้ติด damper อุณหภูมิของผนังท่อช่วงต้นมีอุณหภูมิสูงแต่อุณหภูมิผนังท่อช่วงที่สองและช่วงที่สาม ต่ำกว่าช่วงที่สี่และช่วงที่ห้า ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าคุณสมบัติในการนำความร้อนของถังน้ำมัน 200 ลิตร แต่ละลูกที่นำมาเชื่อมต่อกันนั้นไม่เท่ากัน หรืออาจเนื่องจากถังน้ำมันบางลูกทาสีหนามากทำให้เป็นฉนวนกันความร้อน คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนของถังลูกนั้นจึงลดลง แต่อย่างไรก็ดี เชื่อว่าอุณหภูมิของผนังท่อค่อย ๆ ลดลงตามความยาวท่อของต้นท่อไปปลายท่อ จึงทำให้อุณหภูมิของอากาศใต้ชั้นตากในช่วงต้นสูงกว่า และค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ ส่วนผลการทดลองในรูปที่ 4.2 ค. เมื่อปิด damper ให้ผลเช่นเดียวกันในรูปที่ 4.1 ค ที่เวลา 24.00 น. อุณหภูมิผนังท่อช่วงต้น 115°ซ ช่วงปลาย 89°ซ อุณหภูมิต่างกัน 26°ซ

5.3.2 หุ้มฉนวนด้วยดินเหนียวและหุ้มฉนวนด้วยใยแก้ว

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.3 ค และ 4.4 ค เมื่อทำการหุ้มฉนวนแล้วอุณหภูมิผนังท่อช่วงที่ถูกหุ้มฉนวนจะสูงขึ้นเนื่องจากมีการถ่ายเทความร้อนน้อยลง

5.4 ปริมาณความร้อนที่สูญเสียทางปล่องเผาไหม้

5.4.1 ไม่ได้ติด damper

อุณหภูมิของอากาศร้อนที่ออกจากปล่องเผาไหม้เฉลี่ยประมาณ 86°ซ ซึ่งมีค่าสูงควรได้นำกลับมาใช้อีก เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความร้อนสูญเสียออกทางปล่องเผาไหม้ต่อปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ทั้งหมด คิดเป็นปริมาณความร้อนสูญเสียประมาณร้อยละ

4.2 วิธีการลดปริมาณความร้อนสูญเสียออกทางปล่องเผาไหม้ได้ทดลองติด damper ไว้ที่โคนปล่องเผาไหม้ โดยคาดว่าวิธีการนี้จะสามารถลดการสูญเสียความร้อนออกทางปล่องเผาไหม้ได้บ้าง ลักษณะของ damper ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.3ก, ข และ 3.3 ข เมื่อทำการปิด damper หมด จะยังมีช่วงให้อากาศผ่านออกไปได้ขนาดของ damper คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 59.17 ของพื้นที่ภาคตัดขวางของปล่องเผาไหม้

5.4.2 ปิด damper

เมื่อทำการวัดปริมาณอากาศร้อนที่ออกจากปล่องเผาไหม้วัดได้ประมาณ 31.5 ลบ.ม/ชม. เทียบกับการทดลองเมื่อไม่ได้ติด damper ปริมาณอากาศที่ออกจากปล่องเผาไหม้วัดได้ประมาณ 53.1 ลบ.ม/ชม. คิดเป็นปริมาณความร้อนที่สูญเสียออกทางปล่องเผาไหม้เทียบกับปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ทั้งหมด โดยการปิด damper สูญเสียประมาณร้อยละ 2.8 และเมื่อไม่ได้ติด damper สูญเสียประมาณร้อยละ 4.2 คิดเป็นการปิด damper จะช่วยลดปริมาณความร้อนสูญเสียลงร้อยละ 1.4 จะเห็นได้ว่าการติด damper ช่วยลดปริมาณอากาศร้อนที่ออกจากปล่องเผาไหม้ได้พอสมควร ซึ่งหากเพิ่มพื้นที่แผ่นปิดให้มากกว่านี้อาจช่วยลดปริมาณความร้อนสูญเสียลงได้อีกบ้าง

วิธีนี้เป็นวิธีการลดปริมาณความร้อนที่สูญเสียอย่างง่าย ซึ่งมีหลายวิธีที่สามารถจะลดปริมาณความร้อนที่สูญเสียลงได้เช่น การเพิ่มพื้นที่ผนังท่อให้ถ่ายเทความร้อนออกได้มากขึ้น โดยการติดครีบรอบผนังท่อ หรือโดยการมีแผ่น baffle ภายในท่อเผาไหม้เพื่อกักอากาศร้อนให้ผ่านออกไปได้ช้า ทำให้มีเวลาสำหรับอากาศร้อนถ่ายเทความร้อนให้ผนังท่อได้นานขึ้น หรือโดยการมีท่อหลายท่อเรียงซ้อนกันให้อากาศร้อนไหลวนอยู่หลายรอบแล้วจึงค่อยไหลออกทางปล่องเผาไหม้สู่บรรยากาศภายนอก แต่ในการทดลองนี้มิได้ทำเช่นนั้น เพราะได้คำนึงถึงแหล่งที่จะนำเครื่องมือนี้ไปใช้ได้แก่ ในชนบท ซึ่งต้องการแบบของเครื่องมือที่ง่าย และการดัดแปลงนี้อาจต้องสร้างเตาเผาไหม้ขึ้นมาใหม่ ซึ่งค่อนข้างยุ่งยาก และยังไม่มีข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบใหม่เพียงพอ จากข้อมูลในผลการทดลอง 4.2.1 จึงได้ทำการปิด damper ทุกครั้งในการทดลองครั้งต่อ ๆ ไป

5.4.3 หุ้มฉนวนด้วยดินเหนียวและใยแก้ว

เมื่อทำการหุ้มฉนวนผนังท่อปริมาณความร้อนส่วนหนึ่งย่อมออกไปทางปลายท่อมากขึ้นและสูญเสียออกทางปล่องเผาไหม้ เมื่อทำการหุ้มฉนวนด้วยดินเหนียวคิดเป็นปริมาณความร้อนที่สูญเสียออกทางปล่องเผาไหม้เทียบกับปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ทั้งหมดร้อยละ 1.9 เมื่อหุ้มด้วยใยแก้วสูญเสียร้อยละ 2.4 เทียบกับปริมาณความร้อนสูญเสียทางปล่องเผาไหม้เมื่อยังไม่ได้ทำการหุ้มฉนวนของผลการทดลอง 4.2.1 เมื่อปิด damper ร้อยละ 2.8 จะเห็นว่าปริมาณความร้อนที่สูญเสียทางปล่องเผาไหม้ของเมื่อยังไม่ได้หุ้มฉนวนมากกว่าเมื่อหุ้มฉนวน แสดงว่าการหุ้มฉนวนผนังท่อมิได้ทำให้สูญเสียความร้อนทางปล่องเผาไหม้มากขึ้น แต่ความร้อนส่วนใหญ่จะถูกถ่ายเหผ่านทางปลายท่อเผาไหม้มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิอากาศช่วงปลายท่อสูงขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่อากาศภายในชั้นตากได้รับจากท่อเผาไหม้ต่อปริมาณความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้ทั้งหมด เมื่อทำการหุ้มด้วยดินเหนียวปริมาณความร้อนที่ได้รับร้อยละ 26.3 เมื่อหุ้มด้วยใยแก้วได้รับร้อยละ 30.6 เปรียบเทียบกับเมื่อไม่ได้หุ้มฉนวนของผลการทดลอง 4.2 เมื่อปิด damper ได้รับร้อยละ 41.4 จะเห็นได้ว่า ถึงแม้การหุ้มฉนวนจะทำให้ปริมาณความร้อนถ่ายเหออกทางปลายท่อเผาไหม้มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิช่วงปลายท่อเผาไหม้สูงขึ้น แต่เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่อากาศภายในชั้นตากได้รับจากท่อเผาไหม้แล้ว ปริมาณความร้อนที่ได้รับหลังจากทำการหุ้มฉนวนจะน้อยกว่าเมื่อยังไม่ได้หุ้มฉนวน ดังนั้นการดัดแปลงเครื่องอบให้ได้อุณหภูมิสม่ำเสมอตลอดแนวความยาวเครื่องอบโดยวิธีการหุ้มฉนวนนี้ถึงแม้จะได้ผลดีแต่ทำให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเหความร้อนของท่อเผาไหม้ลดลงปริมาณร้อยละ 10

5.5 การทดลองอบข้าวภายในเครื่องอบฯ โดยใช้พลังงานจากการเผาไหม้ฉนไม้

หลังจากที่ได้ทำการปรับปรุงเครื่องอบฯ ให้ได้อุณหภูมิสม่ำเสมอตลอดแนวความยาวเครื่องแล้วจึงได้ทำการทดลองอบข้าวที่ความหนาชั้นข้าวต่าง ๆ เพื่อหาความหนาของชั้นข้าวที่เหมาะสม

5.5.1 ความหนาชั้นข้าว 8 ซม.

อุณหภูมิอากาศที่ใช้อบประมาณ 50–60 °ซ ดังรูปที่ 4.5 ข จากผลการทดลองอบข้าว 550 กก. ปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 26.8 ใช้เวลาในการอบประมาณ12 ชม. ได้ข้าวมีปริมาณความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 22 คิดเป็นประสิทธิภาพของเครื่องอบ ร้อยละ 6.6 สาเหตุที่ประสิทธิภาพในการอบต่ำ เนื่องจากว่าชั้นข้าวหนาเกินไป อากาศร้อนใต้ชั้นตากไม่สามารถผ่านชั้นข้าวออกสู่ปล่องลมได้สะดวก สังเกตจากอุณหภูมิอากาศเหนือชั้นตากข้าวประมาณ 30–35 °ซ เท่านั้น ดังรูปที่ 4.5 ก

จากการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ตอนบนและตอนล่างของชั้นตากและอากาศที่อยู่ภายนอกเครื่องอบ การทำให้อากาศร้อนจะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศลดลง และสามารถรับไอน้ำได้มากขึ้น ทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ดังในรูปที่ 4.5 ง

เนื่องจากอากาศร้อนไหลผ่านชั้นข้าวได้ไม่ดี ส่วนใหญ่ข้าวชั้นล่างเท่านั้นที่มีโอกาสได้รับความร้อน ดังนั้นการเกลี่ยพลิกกลับชั้นข้าวเสมอ ๆ จึงมีความจำเป็นมากเพื่อที่จะให้ข้าวแห้งสม่ำเสมอกัน

5.5.2 ความหนาชั้นข้าว 4 ซม.

ได้ทำการลดความหนาชั้นข้าวลงเหลือ 4 ซม. อุณหภูมิอากาศที่ใช้อบประมาณ 50–60 °ซ เช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 4.6 ข. จากผลการทดลอง อบข้าว 280 กก. โดยการเกลี่ยปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 26.9 ทำการอบประมาณ 14 ชม. จนเหลือความชื้นสุดท้าย ร้อยละ 16.7 คิดเป็นประสิทธิภาพในการอบร้อยละ 10.0 เปรียบเทียบกับการอบข้าวโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ความหนาชั้นข้าว 4 ซม. โดยการเกลี่ยประสิทธิภาพร้อยละ 15.3 จะเห็นว่าเมื่อลดความหนาชั้นข้าวลงประสิทธิภาพของเครื่องอบสูงขึ้น แต่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าเมื่ออบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งนี้เนื่องจากว่าในการทดลองโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ข้าวที่ตากได้รับความร้อนสองทางคือด้านบนชั้นตากได้รับจากแสงอาทิตย์โดยตรง และด้านล่างได้รับความร้อนจากอากาศที่ถูกทำให้ร้อนเมื่อผ่าน

แผงรับแสงอาทิตย์ข้าวจึงแห้งได้เร็วกว่า นอกจากนี้อากาศร้อนใต้ชั้นตากยังไหลผ่านชั้นข้าวได้ดีกว่าเมื่อทำการทดลองในตอนกลางคืน เนื่องจากว่าในเวลากลางวันเหนือชั้นตากได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์โดยตรงด้วย ทำให้อากาศเหนือชั้นตากขยายตัวและลอยตัวสูงขึ้นออกทางปล่องลม ทำให้เกิดแรงดูดนำเอาอากาศใต้ชั้นตากผ่านสู่ปล่องลมได้มากกว่าในเวลากลางคืน เมื่ออากาศร้อนมีโอกาสสัมผัสกับเมล็ดข้าวได้มากกว่า การถ่ายเทความร้อนก็มีได้มากขึ้นข้าวจึงแห้งได้เร็วกว่า

การไม่เกลี่ยจะทำให้มีความแตกต่างของความชื้นของเมล็ดข้าวได้มาก ดังรูปที่ 4.6 ฉ ข้าวชั้นล่างความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ข้าวชั้นบนความชื้นลดลงน้อยมาก จึงจำเป็นต้องทำการเกลี่ยพลิกกลับชั้นข้าวเสมอ ๆ

5.5.3 ความหนาชั้นข้าว 4 ซม. เปิดประตูเครื่องอบ

สาเหตุที่ทำการทดลองเปิดประตู เนื่องจากคาดว่าการเปิดประตูเครื่องอบ จะช่วยให้อากาศชื้นภายในเครื่องอบ ถ่ายเทออกสู่บรรยากาศภายนอกได้ดีขึ้น จากผลการทดลองอบข้าว 280 กก. โดยการเกลี่ย ปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 27.7 ทำการอบประมาณ 14 ซม. อบจนกระทั่งข้าวมีความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 19.0 คิดเป็นประสิทธิภาพเครื่องอบ ร้อยละ 7.8 จะเห็นได้ว่าการทดลองโดยการเปิดประตูให้อากาศชื้นออกจะได้ประสิทธิภาพต่ำกว่าเมื่อทำการทดลองปิดประตู ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่าการปิดประตูทำให้มีอิทธิพลของปล่องลมเนื่องจากว่าอากาศที่อยู่สูงจากระดับพื้นดินจะมีความเร็วสูงกว่าอากาศที่อยู่ติดกับพื้นดิน เมื่ออากาศเหนือปล่องลมมีความเร็วสูงย่อมทำให้เกิดแรงดูดอากาศภายในปล่องลมสู่บรรยากาศภายนอก ทำให้อากาศชื้นภายในเครื่องอบ ถ่ายเทสู่บรรยากาศได้ดี ทำให้การไหลเวียนของอากาศภายในเครื่องอบ ดีขึ้น อากาศร้อนไหลผ่านชั้นข้าวได้มากกว่าประสิทธิภาพในการอบจึงสูงกว่า

5.5.4 ความหนาชั้นข้าว 2 ซม. และอบข้าวหนา 2, 4, 6 และ 8 ซม. ในเวลาเดียวกัน

อุณหภูมิอากาศร้อนที่ใช้อบอยู่ในช่วง 50–60 °ซ ดังรูปที่ 4.8 ข จากผลการทดลองอบข้าว 150 กก. ปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 27.7 อบนาน 14 ซม.

จนเหลือความชื้นร้อยละ 6.4 คิดเป็นประสิทธิภาพในการอบร้อยละ 10.1 ซึ่งสูงกว่าประสิทธิภาพในการอบข้าวหนา 4 ซม. เล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากการลดความหนาชั้นข้าวลงทำให้อากาศร้อนไหลผ่านชั้นข้าวได้มากขึ้นจากข้อมูลในการอบข้าวหนา 8, 4 และ 2 ซม. ปริมาณอากาศไหลผ่านชั้นข้าวหนา 8, 4 และ 2 ซม. เท่ากับ 776, 802 และ 850 ลบ.ม/ชม. ตามลำดับ สังเกตจากรูปที่ 4.8 ง ความชื้นของข้าวลดลงอย่างรวดเร็ว ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพในการอบจะสูงกว่าข้าวแห้งได้เร็ว แต่ก็อบได้ครั้งละเพียง 150 กก. เท่านั้น

จากการทดลองอบข้าวหนา 2, 4 6 และ 8 ซม. ในเวลาเดียวกัน ผลการทดลองดังในรูปที่ 4.8 จ ข้าวหนา 6 และ 8 ซม. จะแห้งช้ามาก จากกราฟที่ความหนาชั้นข้าว 2, 4, 6 และ 8 ซม. เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ใช้ในการอบข้าวจนถึงความชื้นสุดท้ายร้อยละ 14 ข้าวหนา 2 ซม. ใช้เวลาประมาณ 4 ชม. ข้าวหนา 4 ซม. ใช้เวลาประมาณ 14 ชม. ส่วนข้าวหนา 6 และ 8 ซม. นั้นใช้เวลามากกว่า 14 ชม. ถ้าอบข้าวหนา 2 ซม. 3 ครั้ง จะใช้เวลาประมาณ 12 ชม. รวมเวลาขนถ่ายข้าวเข้าเครื่องอบอีกประมาณ 2 ชม. รวมเป็น 14 ชม. ฉะนั้นในเวลา 14 ชม. สามารถอบข้าวครั้งละ 2 ซม. 3 ครั้ง เท่ากับความหนาชั้นข้าว 6 ซม. จึงสรุปได้ว่าการอบข้าวหนา 2 ซม. จะได้ปริมาณมากกว่าการอบข้าวหนา 4, 6 และ 8 ซม. ในเวลาเท่า ๆ กัน แต่ต้องใช้แรงงานในการขนถ่ายข้าวหลายครั้ง แต่จะไม่เปลืองแรงงานและเสียเวลามาก เนื่องจากทำการอบครั้งละ 150 กก. เท่านั้น

5.6 การอบวัตถุดิบด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

5.6.1 การอบชมิ้น

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าการอบในเครื่องอบจะแห้งได้เร็วกว่ามาก ทั้งนี้เนื่องจากว่า การตากวัตถุดิบไว้บนพื้นดินนั้นวัตถุดิบจะได้รับ

ความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงส่วนเดียว แต่กรณีตากไว้ในเครื่องอบ ซึ่งมีแผงรับแสงอาทิตย์ดูดความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ที่ผ่านทะลุพลาสติกใสเข้ามานั้น จะทำให้อากาศที่ไหลผ่านเข้ามาในแผงรับแสงอาทิตย์นี้ รับความร้อนที่ถูกสะสมไว้ในแผงรับแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงขึ้นแล้วไหลผ่านชั้นตากวัตถุดิบขึ้นไป ทำให้วัตถุดิบแห้งจากด้านล่างสู่ด้านบน และด้านบนวัตถุดิบยังได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ผ่านทะลุพลาสติกใสเข้ามาอีกชั้นหนึ่ง ทำให้วัตถุดิบแห้งจากด้านบนไปยังด้านล่าง เมื่อวัตถุดิบในเครื่องอบ ได้รับความร้อนสองทางเช่นนี้ จึงแห้งเร็วกว่าการตากแดดกลางแจ้งธรรมดา นอกจากนี้เครื่องอบยังมีปล่องลมช่วยระบายอากาศชื้นออกนอกเครื่องอบ ด้วย เนื่องจากภายในเครื่องอบซึ่งคลุมด้วยพลาสติกใสกักความร้อนเอาไว้ อุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบ ย่อมสูงกว่าของบรรยากาศ อากาศในเครื่องอบจึงลอยตัวสูงขึ้นออกทางปล่องลม ทำให้การไหลเวียนของอากาศดี ทั้งยังกันน้ำฝน ฝุ่นละออง และแมลงต่าง ๆ มารบกวนและไม่ต้องเสียเวลาคอยเก็บวัตถุดิบที่ตากเอาไปไว้ในร่มในเวลากลางคืนเพื่อกันน้ำค้างอีกด้วย

5.6.2 การอบขิง

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.9.1 เมื่อใช้เวลาในการอบเท่ากันการอบภายในเครื่องอบฯ จะแห้งเร็วกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองอบขมิ้น แต่ปริมาณความชื้นของขิงสดที่ตากภายในเครื่องอบ มี 2 ค่านั้น เนื่องจากว่า เมื่อทำการอบแห้งแล้วขิงส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 85 จะแห้งและมีความชื้นต่ำ ส่วนขิงที่เหลือประมาณร้อยละ 15 ยังไม่แห้งดีและมีความชื้นสูง จึงแสดงผลการทดลองไว้สองค่า สาเหตุที่ขิงแห้งไม่เท่ากันอาจเนื่องจากขิงแต่ละหัวมีขนาดและรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน ขิงที่มีขนาดใหญ่และหนาควรแห้งช้ากว่าขิงที่หัวเล็กและบางกว่า เพราะขิงที่ปลูกในระยะเวลาเดียวกันอาจมีลักษณะของหัวแตกต่างกันได้

5.6.3 การอบข้าวหนา 4 ซม.

อุณหภูมิอากาศที่ใช้อบเหนือและใต้ชั้นตากได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.10.ก และ 4.10 ข. จากผลการทดลองอบข้าว 275 กก. โดยการเกลี่ยจากปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 26.7 จนถึงร้อยละ 12.4 ใช้เวลาในการอบ 8 ชั่วโมง ปริมาณข้าวหลังการอบ 240 กก. คิดเป็นประสิทธิภาพในการอบร้อยละ 15.3 ซึ่งประสิทธิภาพสูงกว่า

การอบโดยใช้พลังงานจากการเผาไหม้ถ่านไม้ที่ความหนาชั้นข้าว 4 ซม. อบข้าว 280 กก. จากปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 26.9 จนถึงร้อยละ 16.7 ใช้เวลาในการอบ 14 ชม. ปริมาณข้าวหลังอบ 250 กก. คิดเป็นประสิทธิภาพในการอบร้อยละ 10.0 สาเหตุที่ประสิทธิภาพการอบโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์สูงกว่าเนื่องจากว่าการอบโดยใช้พลังงานจากถ่านไม้ทำการทดลองในเวลากลางคืน อุณหภูมิค่อนข้างต่ำกว่าในเวลากลางวันมาก และในเวลากลางคืนอากาศมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์สูง ดังในรูปที่ 4.10 ค. ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศในเวลากลางวันอยู่ในช่วงร้อยละ 50–70 ในขณะที่ในเวลากลางคืนในรูปที่ 4.6 ง ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศอยู่ในช่วงร้อยละ 60–90 จึงต้องใช้พลังงานมากพอควรในการทำให้อากาศร้อนถึงอุณหภูมิประมาณ 50–55°ซ นอกจากนี้การไหลเวียนของอากาศผ่านชั้นข้าวในเวลากลางคืนไม่ดีเท่ากับในเวลากลางวัน ดังได้แสดงเหตุผลไว้แล้วในข้อ 5.5.2 ในการอบโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ชั้นข้าวได้รับความร้อนสองทางคือ ทางด้านบนและด้านล่างของชั้นตาก ข้าวจะแห้งจากทั้งด้านบนและด้านล่างไปสู่ชั้นกลางข้าวจึงแห้งได้เร็วกว่า และอีกประการหนึ่งคือส่วนของเตาเผาไหม้ไม่ได้ทำการหุ้มฉนวนเลย ซึ่งส่วนนี้เป็นส่วนที่สูญเสียความร้อนออกโดยการพาความร้อนและแผ่รังสีความร้อนได้มาก เพราะอุณหภูมิผนังท่อเตาเผาไหม้สูงกว่า 200°ซ ได้เคยทดลองนำใยแก้วไปหุ้มผนังเตาเผาไหม้ปรากฏว่าไหม้หมด ฉะนั้นหากป้องกันการสูญเสียความร้อนออกทางผนังเตาเผาไหม้ได้ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเตาเผาไหม้ได้อีกมาก เช่น ให้ส่วนที่เป็นเตาเผาไหม้นี้อยู่ภายในเครื่องอบเพื่อให้ได้ใช้ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทออกจากผนังท่อได้มากที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย