

การปรับปรุงฉนวนผนังยุ้งข้าวเพื่อลดการถ่ายเทความร้อน  
โดยการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร  
The Thermal Reduction Improvement of Traditional Granary Wall  
with Agricultural Residual

ฤทธิชัย ศรีจวน\* และชูปงษ์ ทองคำสมุทร\*\*  
Rittichai Srijuan and Choopong Thongkamsamut

**บทคัดย่อ**

จากการสำรวจปัญหายุ้งข้าวในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งเป็นพื้นที่ทำการศึกษาพบว่ามีการใช้วัสดุผนังได้แก่ ไม้และสังกะสีเป็นหลัก ซึ่งการใช้ไม้มีแนวโน้มลดจำนวนลงเรื่อยๆ การใช้ผนังสังกะสีมีความนิยมมากขึ้นแทน แต่ทว่าการใช้ผนังสังกะสีนั้นมีความไม่เหมาะสมกับการเก็บรักษาข้าวเปลือกเนื่องจากอุณหภูมิภายในค่อนข้างสูงในเวลากลางวันทำให้เมล็ดข้าวเปลือกเกิดความเสียหาย ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองเพื่อปรับปรุงผนังยุ้งข้าวโดยใช้วัสดุผสมที่มีวัตถุดิบเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจำนวน 4 ชนิดที่มีในพื้นที่ ได้แก่ หญ้าแฝก แกลบ ฟางข้าว และดินเปีย (ดินเหนียวโบราณที่ใช้สำหรับการก่อสร้างผนังอาคารในอดีต ที่มีส่วนผสมของดินเหนียว 2 ส่วน แกลบ 2 ส่วน แกลบดิบ 1 ส่วน) เพื่อทดสอบเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นในเซลล์ทดสอบและยุ้งข้าวจำลอง ผลการทดสอบทั้งสองส่วนพบว่าผนังสังกะสีที่มีการปรับปรุงด้วยการฉาบด้วยดินเปียมีความเหมาะสม เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อน และมีประสิทธิภาพในการป้องกันความชื้นได้ดีกว่าวัสดุผสมจากวัสดุเหลือใช้ชนิดอื่น

**ABSTRACT**

The survey study of this problem in Roi-Et province. The granaries of this area use wood or galvanized sheet were used as a wall for the granaries in this area, but the use of wood decreases because of expensive cost. By this reason, the material from zinc was used to construct a granaries wall instead of wood, but the inside temperature was high because thermal conduction of this material. These zinc walls were improved using agricultural residual material such as; vetiver grass, rice husk, rice straw, and "Pia" (the mixed material from clay, rice husk ash, and rice husk which used to construct the building in the past) and were tested in the test cells and simulated rice barns. The result shows that, the zinc wall improved by "Pia" was the most efficient way to reduce thermal transfer from outside and it could better reduce the humidity from outside than other residual materials for this study.

**คำสำคัญ:** ยุ้งข้าว ฉนวน การถ่ายเทความร้อน วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

**Keywords:** Granary, Insulation, Heat Transfer, Agricultural Material

\* อาจารย์ประจำ แผนกวิชาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด  
E-mail: marta.srijuan@gmail.com

\*\* อาจารย์ประจำ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
(บทความนี้เคยตีพิมพ์และนำเสนอในที่ประชุมวิชาการเทคโนโลยีอาคารด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 3 ประจำปี 2559 วันที่ 24 มิถุนายน 2559 ณ โรงแรมเซ็นทาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จังหวัดขอนแก่น)

## บทนำ

ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการส่งออกข้าวเป็นอันดับต้นๆ ของโลก โดยประชากรร้อยละ 60 ประกอบอาชีพเกษตรกร มีการส่วนใหญ่ปลูกข้าวเป็นหลัก หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวเสร็จเรียบร้อยแล้วเกษตรกรก็จะนำข้าวเปลือกไปเก็บรักษาไว้ที่ยุ้งข้าว ซึ่งเป็นสถาปัตยกรรมที่พบเห็นได้ตามบ้านเรือนเกือบทุกหลังในชนบทของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้สำหรับเก็บข้าวเปลือกสำรองไว้รับประทานในช่วงระยะเวลา 1 ปี ปัจจุบันยุ้งข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้มีการใช้วัสดุในการก่อสร้างที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เนื่องจากไม้สำหรับก่อสร้างหาได้ยากขึ้นและมีราคาสูง จึงมีการเปลี่ยนวัสดุผนังจากไม้มาเป็นสังกะสีแผ่น ซึ่งเป็นวัสดุก่อสร้างที่หาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด มีความคงทน น้ำหนักเบา ก่อสร้างได้ง่ายสะดวกรวดเร็ว สามารถก่อสร้างได้เองโดยคนในครอบครัว และมีราคาถูก จึงทำให้ชาวนาในปัจจุบันหันมาใช้สังกะสีแผ่นเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างยุ้งข้าว จากการสำรวจพื้นที่จริงในจังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งเป็นพื้นที่วิจัยพบว่ามีการใช้สังกะสีมุงหลังคายุ้งข้าวมากกว่าร้อยละ 95 และใช้ในการทำผนังมากกว่าร้อยละ 60 แต่ทว่าสังกะสีที่เป็นวัสดุประเภทโลหะมีค่าการนำความร้อนสูง ช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิภายในยุ้งข้าวเพิ่มสูงขึ้นกว่าเดิมที่มีการใช้ไม้ในการก่อสร้าง ทำให้เมล็ดข้าวเปลือกเกิดความเสียหาย แต่จะสามารถป้องกันความชื้นได้ดีกว่าผนังที่ใช้ไม้ในการก่อสร้าง ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือกที่ตื้นนั้น ต้องเก็บไว้ในยุ้งข้าวที่มีสภาพตามความเหมาะสม คือ ต้องมีความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกินร้อยละ 70 และอุณหภูมิประมาณ 15-32 องศาเซลเซียส จึงได้มีแนวคิดในการทำการปรับปรุงผนังยุ้งข้าวที่ใช้สังกะสีในการก่อสร้าง โดยใช้วัสดุผสมจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาฉาบทับผนังสังกะสี เพื่อให้มีความเหมาะสมในการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือกมากยิ่งขึ้นทั้งด้านอุณหภูมิและความชื้น และเมื่อได้ศึกษาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่ตามท้องถิ่นของภาคตะวันออกเฉียงเหนือแล้ว พบว่าวัสดุที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาปรับปรุงได้แก่ หญ้าแฝก แกลบ ฟางข้าว และดินจากธรรมชาติ

## วัตถุประสงค์

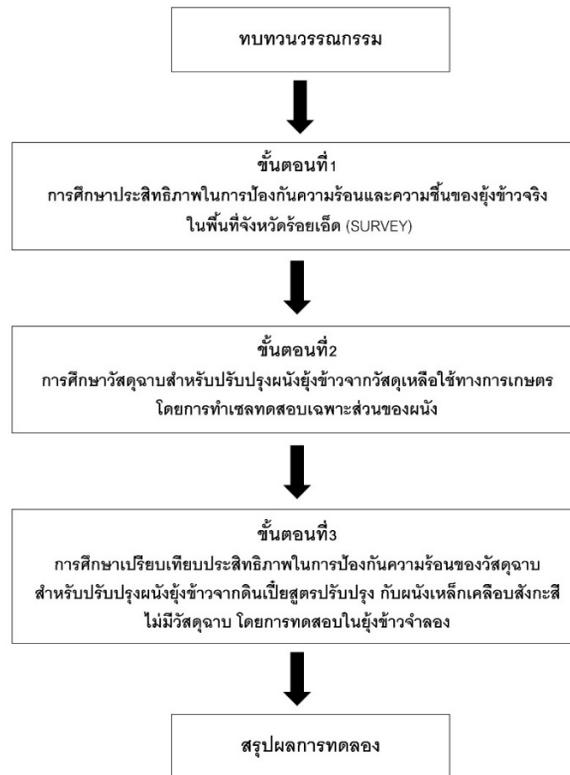
เพื่อศึกษาการลดการถ่ายเทความร้อน และความชื้นภายในยุ้งข้าว ด้วยวัสดุผสมที่ผลิตขึ้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ในส่วนของผนังยุ้งข้าวที่ทำจากสังกะสีให้มีความใกล้เคียงสภาวะที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือก ด้วยวิธีการที่สามารถทำได้ในครัวเรือน

## ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

**ขั้นตอนที่ 1** ภายหลังจากการทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องแล้ว จึงได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพและการตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในยุ้งข้าว จังหวัดร้อยเอ็ด โดยเลือกยุ้งข้าวที่ใช้ผนังสังกะสีจำนวน 3 หลัง และยุ้งข้าวที่ใช้ผนังไม้เนื้อแข็งจำนวน 3 หลัง ในวันที่ 14-15 ตุลาคม 2558

**ขั้นตอนที่ 2** การศึกษาวัสดุผสมหรือวัสดุฉาบสำหรับการปรับปรุงผนังสังกะสีของยุ้งข้าว จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ หญ้าแฝก แกลบ ฟางข้าว และดินจากธรรมชาติ โดยทำการทดสอบ ในเขตทดสอบเฉพาะส่วนของผนังเท่านั้น ซึ่งเป็นการทดสอบในระบบปิดที่ไม่มีการระบายอากาศธรรมชาติ

**ขั้นตอนที่ 3** การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนและความชื้นของยุ้งข้าวที่มีการก่อสร้างจากผนังสังกะสีที่มีการปรับปรุงด้วยวัสดุผสมจากวัสดุธรรมชาติเหลือใช้ กับยุ้งข้าวที่ไม่มีการปรับปรุง จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลต่อไป



ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

### ความเป็นมาและกระบวนการการออกแบบการทดลอง

ประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณพื้นที่เขตร้อนชื้นและมีภูมิประเทศที่มีอากาศเหมาะต่อการทำการเกษตรกรรม ข้าวเป็นพืชอันดับหนึ่งที่เกษตรกรชาวไทยปลูกเป็นอาหารหลักที่ใช้ในการบริโภค อีกทั้งยังเป็นสินค้าส่งออกอันดับหนึ่งของประเทศไทยและอันดับต้นๆของโลก ดังนั้นข้าวจึงมีความสำคัญอย่างมาก ส่วนข้าวที่มีคุณภาพดีมีชื่อเสียงก็คือข้าวหอมมะลิจากทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งเป็นข้าวที่มีความหอม อร่อย นุ่ม เป็นที่ชื่นชอบของคนไทยและชาวต่างชาติ บริเวณพื้นที่เพาะปลูกข้าวหอมมะลิที่มีคุณภาพและดีที่สุดใน ทุ่งกุลาร้องไห้ อยู่ในเขตจังหวัดมหาสารคาม สุรินทร์ บุรีรัมย์ โยธธร และร้อยเอ็ด ซึ่งมีเนื้อที่ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้มากที่สุด จึงได้เลือกพื้นที่ในจังหวัดร้อยเอ็ดในการศึกษาข้อมูล ได้พบว่าเกษตรกรเกือบทุกครัวเรือนมียุ้งข้าวเพื่อเก็บรักษาข้าวเปลือกหลังจากฤดูกาลเก็บเกี่ยว เพื่อใช้บริโภคและเก็บข้าวเปลือกบางส่วนไว้ทำพันธุ์สำหรับปลูกในฤดูกาลถัดไป ส่วนผลผลิตที่เหลือจะนำมาขายโดยจะเก็บรักษาไว้ในยุ้งข้าวรอให้ข้าวมีราคาสูงค่อยนำออกมาขายให้กับโรงสี

ในการเก็บรักษาข้าวเปลือกควรมีการสูญเสียข้าวเปลือกในขณะที่เก็บรักษาน้อยที่สุด ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพโดยการเก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม ซึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีสภาพอากาศค่อนข้างร้อนและชื้น (อุณหภูมิอากาศประมาณ 32 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 72) ทำให้เกิดความเสียหายบางส่วนของข้าวเปลือกภายในยุ้งข้าว หลังจากการเก็บเกี่ยวโดยมีอัตราการสูญเสียเฉลี่ยประมาณร้อยละ 11 อดีตเกษตรกรมีการก่อสร้างยุ้งข้าวโดยใช้วัสดุที่หาได้ตามท้องถิ่น เช่น ไม้เนื้อแข็ง ไม้ไผ่ หญ้าคา

ดิน เป็นต้น ส่วนในปัจจุบันสังคมมีการพัฒนาการขนส่งสินค้าสะดวกขึ้น เทคโนโลยีสมัยใหม่เริ่มเข้ามาแทรกแซงในชนบทมากขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายหลายอย่างในชนบท จึงส่งผลกระทบต่อไปยังวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างยิ่งข้าด้วย เนื่องจากเกษตรกรหันมาใช้วัสดุที่หาได้ง่ายและราคาถูก ทำให้มีการใช้สังกะสีเป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างยิ่งข้าด้วย ทั้งส่วนผนังและหลังคา

จากการสำรวจงานภาคสนามจำนวน 140 ตัวอย่าง พบว่ายิ่งข้าที่ใช้สังกะสีทำผนังจำนวน 97 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 69 และยิ่งข้าที่ใช้ไม้เนื้อแข็งทำผนังจำนวน 43 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 31 โดยมีการเก็บรักษาข้าวเปลือกภายในยิ่งข้า 2 รูปแบบ คือ การรักษาโดยเทข้าวเปลือกใส่ไว้ภายในยิ่งข้า ร้อยละ 66 และการเก็บรักษาโดยบรรจุข้าวเปลือกใส่ในกระสอบแล้วนำไปวางเรียงกันไว้ภายในยิ่งข้าร้อยละ 34 การเก็บรักษาข้าวเปลือกที่ตื้นนั้น ต้องเก็บไว้ในยิ่งข้าที่มีสภาพตามความเหมาะสม คือต้องมีอุณหภูมิประมาณ 15-32 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกินร้อยละ 70 แต่ปัจจุบันวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้างคือสังกะสี ซึ่งเป็นวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนสูง โดยเกษตรกรไม่ได้คำนึงถึงหลักการเก็บรักษาคุณภาพของข้าวเปลือก ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้น แถบเส้นศูนย์สูตรมีอุณหภูมิอากาศสูงกว่าอุณหภูมิที่เก็บรักษาข้าวเปลือกไว้ได้ตลอดทั้งปี ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุสำคัญคือ รังสีดวงอาทิตย์ที่มีความเข้มสูงมีการแผ่รังสีมาสู่ยิ่งข้า และข้าวเปลือกในยิ่งข้าตามลำดับทำให้อุณหภูมิที่อยู่ภายในยิ่งข้าสูงและไม่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาข้าวเปลือก ดังนั้นจึงส่งผลกระทบต่อข้าวเปลือกทำให้เกิดความเสียหายเพิ่มขึ้นในขณะการเก็บรักษาไว้ภายในยิ่งข้า

ผู้วิจัยได้คัดเลือกยิ่งข้าขนาดกลางศึกษาชั้นปฐมภูมิ จากกลุ่มตัวอย่างยิ่งข้าที่ได้สำรวจจำนวน 140 ตัวอย่าง มาศึกษาข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ทั้งการสังเกต การบันทึกภาพ การรังวัด ลักษณะทางกายภาพต่างๆ ของยิ่งข้า โดยโครงสร้างทำจากไม้เนื้อแข็งปูพื้นด้วยไม้เนื้อแข็งและมุงหลังคาด้วยสังกะสีจำนวน 6 ตัวอย่าง โดยสำรวจยิ่งข้าที่มีวัสดุผนังสังกะสีในการก่อสร้างจำนวน 3 ตัวอย่าง และยิ่งข้าที่ใช้ไม้เนื้อแข็งในการก่อสร้างจำนวน 3 ตัวอย่าง พบว่าเป็นอาคารที่ก่อสร้างแยกออกจากตัวบ้านหลังคาทรงจั่วมีขนาดความกว้างประมาณ 2.00-2.50 เมตร ขนาดความยาวประมาณ 4.00-6.00 เมตร ทุกหลังยกพื้นสูงจากดินประมาณ 1-2 เมตร ความสูงจากพื้นดินถึงช่อประมาณ 1.80-2.50 เมตร วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างยิ่งข้าส่วนใหญ่โครงสร้างทั่วไปใช้ไม้เนื้อแข็ง และเสาคอนกรีตสำเร็จรูปที่หาซื้อได้ตามร้านขายวัสดุก่อสร้างทั่วไป วัสดุหลังคาใช้สังกะสี ผนังบุด้วยสังกะสีเป็นส่วนใหญ่ มีผนังยิ่งข้าที่ใช้ไม้เนื้อแข็งเป็นส่วนน้อย

ผลจากการทดสอบวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในยิ่งข้าจริงทั้ง 2 รูปแบบ พบว่าปัญหาของการใช้ผนังสังกะสีในการก่อสร้างยิ่งข้ามีโอกาสทำให้ข้าวเปลือกเสียหายจากอุณหภูมิ และความชื้นมากเกินไป โดยการถ่ายเทผ่านผนังยิ่งข้า ดังนั้นจึงควรที่จะหาวิธีทำการปรับปรุงผนังยิ่งข้าเดิมที่ใช้สังกะสี เพื่อลดความเสียหายจากอุณหภูมิและความชื้นให้ได้มากที่สุด โดยปัจจุบันปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในแต่ละปีมีจำนวนมากจากปัญหาการใช้ทรัพยากร และปัญหาทางด้านการใช้พลังงาน จึงเห็นควรทำการปรับปรุงผนังยิ่งข้าโดยการใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นส่วนของพืชที่เหลือทิ้งภายหลังจากการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปผลผลิตพืชทางการเกษตร เพื่อลดการใช้ทรัพยากรและเพิ่มศักยภาพของวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ หญ้าแฝก แกลบ ฟางข้าว และดินจากธรรมชาติ เป็นวัสดุที่มีอยู่ตามท้องถิ่น ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเส้นใย สามารถยึดเกาะกับวัสดุอื่นได้อีกทั้งยังเป็นฉนวนที่สารนำไปประกอบการทำวัสดุฉนวนผนังได้

การทดสอบวัสดุฉนวนผนังโดยการผลิตวัสดุฉนวนเพื่อป้องกันความร้อนและความชื้นจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจำนวน 4 รูปแบบ ดังนี้ วัสดุฉนวนชนิดที่ 1 ผสมด้วยหญ้าแฝก ส่วนผสมได้แก่ (ดิน : ทราย : ปูนขาว : ปูนปอร์ตแลนด์ : หญ้าแฝก) อัตราส่วน 5 : 3 : 1 : 1 : 6 วัสดุฉนวนชนิดที่ 2 ผสมด้วยแกลบ ส่วนผสมได้แก่ (ดิน : ทราย :

ปูนขาว : ปูนปอร์ตแลนด์ : แกลบ) อัตราส่วน 5 : 3 : 1 : 1 : 6 วัสดุฉนวนชนิดที่ 3 ผสมด้วยฟางข้าว ส่วนผสมได้แก่ (ดิน : ทราช : ปูนขาว : ปูนปอร์ตแลนด์ : ฟางข้าว) อัตราส่วน 5 : 3 : 1 : 1 : 6 วัสดุฉนวนชนิดที่ 4 ฉนวนกันความร้อนดินเปียสูตรปรับปรุง ส่วนผสมได้แก่ (ดินเหนียว : แฉาแกลบ : แกลบดิบ) อัตราส่วน 2 : 2 : 1 (วารุณี, 2555) แล้วนำส่วนผสมชนิดต่างๆ มาฉาบลงบนผนังสังกะสีที่มีลวดกรงไถยัดอยู่ แล้วใช้เกรียงฉาบปาดบนผนังสังกะสี ขนาด 1.00 X 1.00 เมตร ให้มีความหนา 5 เซนติเมตร จากนั้นนำไปตากแดดให้แห้งก็จะได้แผ่นวัสดุสำหรับปรับปรุงผนังยั้งข้าวจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร แล้วนำไปติดตั้งผนังด้านทิศใต้ ในเขตทดสอบที่ทำจากโพลีโพลีสไตรีนขนาด 1.00 X 1.00 X 1.00 เมตร ตั้งอยู่บนดาดฟ้าอาคารปฏิบัติการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องทดสอบ ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (USB Temperature and Humidity Data Logger) รุ่น DT-171 แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบ

### ขั้นตอนและเครื่องมือในการทดสอบ

ใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (USB Temperature and Humidity Data Logger) รุ่น DT-171 เพื่อวัดอุณหภูมิและความชื้นตามจุดต่างๆ 3 จุด ในแต่ละหลัง โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที จากนั้นจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง โดยที่ตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ได้แก่

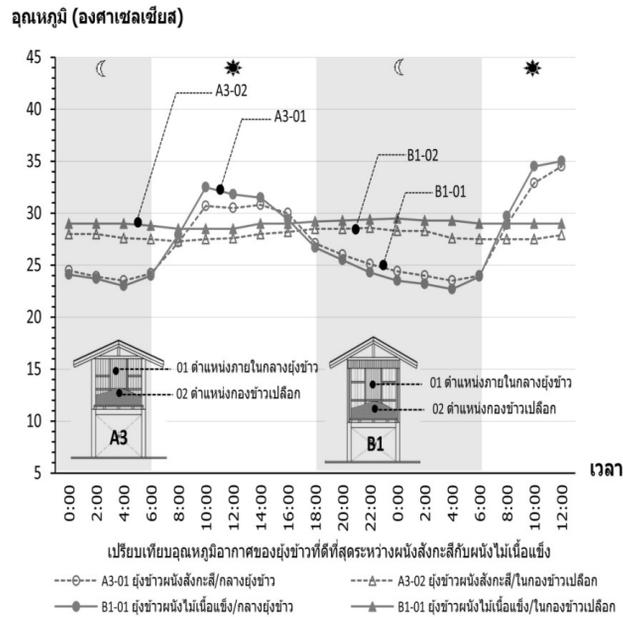
- สภาพอากาศภายนอกยั้งข้าว
- สภาพอากาศภายในกลางยั้งข้าว
- สภาพอากาศภายในกองข้าวเปลือก



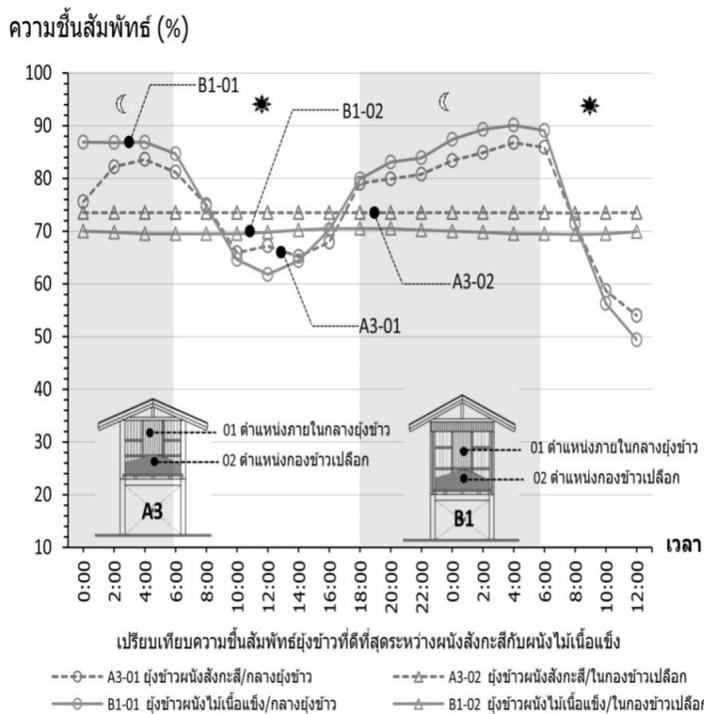
ภาพที่ 2 (ซ้าย) แสดงยั้งข้าวที่ใช้เหล็กเคลือบสังกะสีในการก่อสร้างผนังยั้งข้าวอีสาน  
(ขวา) ยั้งข้าวที่ใช้ไม้เนื้อแข็งในการก่อสร้าง

### ผลการวิจัย

ผลการศึกษาส่วนที่ 1 การศึกษาสภาพอากาศภายในยั้งข้าวที่มีการก่อสร้างอาคารด้วยวัสดุที่มีความแตกต่างกัน ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในยั้งข้าว จังหวัดร้อยเอ็ด โดยการเปรียบเทียบระหว่างยั้งข้าวที่มีการก่อสร้างผนังอาคารด้วยไม้เปรียบเทียบกับยั้งข้าวที่มีการก่อสร้างผนังอาคารด้วยสังกะสี ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4 ต่อไปนี้



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิอากาศภายในกลางห้อง ภายในห้องเลือกของห้องที่ใช้สังกะสี เป็นผนังเปรียบเทียบกับห้องที่ใช้ไม้เนื้อแข็งเป็นผนัง ในวันที่ 14-15 ตุลาคม 2558



ภาพที่ 4 แผนภูมิแสดงความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกลางห้อง ภายในห้องเลือกของห้องที่ใช้สังกะสี เป็นผนังเปรียบเทียบกับห้องที่ใช้ไม้เนื้อแข็งเป็นผนัง ในวันที่ 14-15 ตุลาคม 2558

จากภาพที่ 3 และ 4 อุณหภูมิอากาศภายในอาคารทดสอบยุงข้าว ที่ใช้ไม้เนื้อแข็งในการก่อสร้างผนัง ช่วงเวลากลางวัน อุณหภูมิภายในกลางยุงข้าวจะต่ำกว่ายุงข้าวที่ใช้สังกะสีในการก่อสร้างผนังในช่วงเวลา 06:00-14:00 น. ประมาณ 2 องศาเซลเซียส ภายในกองข้าวเปลือกอุณหภูมิจะต่ำกว่าตลอด 24 ชั่วโมง ประมาณ 1.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในยุงข้าวที่ใช้ไม้เนื้อแข็งในการก่อสร้างผนัง ช่วงเวลากลางวัน ความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในกองข้าวเปลือกจะต่ำกว่าตลอด 24 ชั่วโมง ประมาณร้อยละ 4 แสดงให้เห็นถึงปัญหาของการใช้ผนังสังกะสีมา ก่อสร้างยุงข้าว ที่มีโอกาสในการทำให้เมล็ดข้าวเปลือกเสียหาย อันเนื่องมาจากความร้อน และความชื้นที่ถ่ายเทผ่าน ผนังอาคารเข้ามาภายใน

## ผลการศึกษาคส่วนที่ 2 การศึกษาวัสดุฉนวนสำหรับปรับปรุงผนังยุงข้าวจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

จากการศึกษาการปรับปรุงส่วนผสมของผนังฉนวนดินจากสูตรดั้งเดิมของ วารุณี (2555) ทำให้มีประสิทธิภาพ ในการลดอุณหภูมิและความชื้นภายในเขตทดสอบได้ดีขึ้น จึงได้เลือกมาพัฒนาให้สามารถนำไปใช้กับยุงข้าวจริงต่อไป

การผสมวัตถุดิบที่ใช้ในการทำวัสดุฉนวนสำหรับปรับปรุงผนังยุงข้าวจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยเตรียม วัตถุดิบ ได้แก่ ดิน ททราย ปูนขาว ปูนปอร์ตแลนด์ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรแต่ละชนิดให้ครบถ้วน จากนั้นนำวัสดุ ทั้งหมดตวงใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ตามอัตราส่วนดังนี้ (ดิน: ททราย: ปูนขาว: ปูนปอร์ตแลนด์: วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร) ในอัตราส่วน (5: 3: 1: 1: 6) วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้แก่ หญ้าแฝก แกลบ ฟางข้าว จากนั้นเทวัสดุที่ตวงตามอัตราส่วน ลงไปในกะละมังผสมกับน้ำเข้าด้วยกัน จนกระทั่งเป็นเนื้อเดียวกัน โดยพัฒนาจากสูตรของ วารุณี (2555) ที่ใช้กระบวนการ ปรับปรุงผนังฉนวนดินจากสูตรดั้งเดิมจากการข้อมูลสัมภาษณ์คนในชุมชน



ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการผลิตวัสดุฉนวนผนังยุงข้าวจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้แก่ หญ้าแฝก แกลบ และฟางข้าว

การผสมวัตถุดิบดินเปียสูตรปรับปรุงของ วารุณี (2555) มีวัตถุดิบ ได้แก่ ดินเหนียว ใ้แก่ แกลบ และแกลบดิบ จากนั้นนำวัสดุทั้งหมดตวงใส่ภาชนะที่เตรียมไว้ตามอัตราส่วน (ดินเหนียว: ใ้แก่ แกลบ: แกลบดิบ) 2: 2: 1 จากนั้นเทวัสดุ ที่ตวงตามอัตราส่วนลงไปในกะละมังผสมกับน้ำเข้าด้วยกัน โดยการใช้น้ำผสมจนกระทั่งเป็นเนื้อเดียวกัน



ภาพที่ 6 แสดงขั้นตอนการผลิตวัสดุฉนวนผนังยุงข้าวจากดินเปียสูตรปรับปรุงของ วารุณี (2555)

การฉาบวัสดุติดบนผนังสังกะสี โดยการนำเอาวัสดุที่ผสมเสร็จแล้วมาเทลงบนแผ่นสังกะสีที่มีลวดกรง  
ไถยัดอยู่ แล้วใช้เกรียงฉาบปาดวัสดุติดบนผนังสังกะสีที่ทำไว้ในให้ความหนา 5 เซนติเมตร จากนั้นนำไปตากแดด  
ให้แห้ง ดังภาพที่ 10 ก็จะได้แผ่นวัสดุสำหรับปรับปรุงผนังขี้ขาวจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เพื่อนำไปทดสอบ  
ในขั้นต่อไป



ภาพที่ 7 แผ่นวัสดุสำหรับปรับปรุงผนังขี้ขาวจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรก่อนนำไปทดสอบในเขตทดสอบ

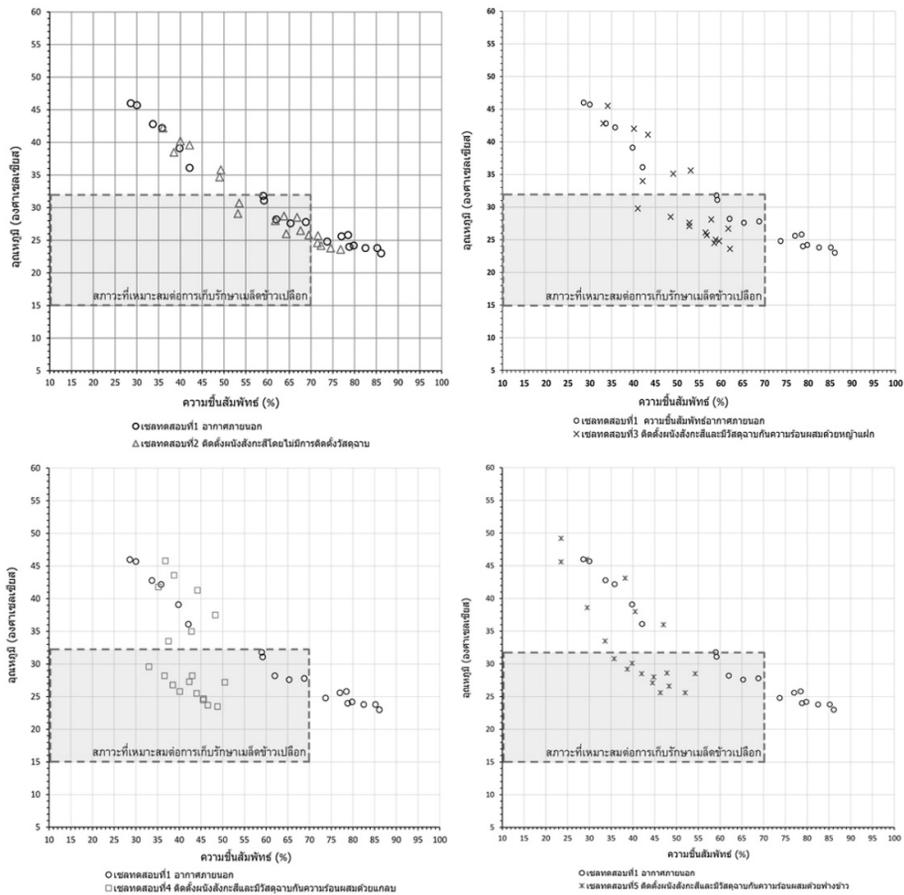
การเตรียมเขตทดสอบ มีจำนวน 6 เขตทดสอบ ได้แก่

- เขตทดสอบที่ 1 ไม่มีการติดตั้งผนัง
- เขตทดสอบที่ 2 ติดตั้งผนังสังกะสีโดยไม่มีการติดตั้งวัสดุฉาบ
- เขตทดสอบที่ 3 ติดตั้งผนังสังกะสีและมีวัสดุฉาบกันความร้อนผสมด้วยหญ้าแฝก
- เขตทดสอบที่ 4 ติดตั้งผนังสังกะสีและมีวัสดุฉาบกันความร้อนผสมด้วยแกลบ
- เขตทดสอบที่ 5 ติดตั้งผนังสังกะสีและมีวัสดุฉาบกันความร้อนผสมด้วยฟางข้าว
- เขตทดสอบที่ 6 ติดตั้งผนังสังกะสีและมีวัสดุฉาบกันความร้อนดินเปียสูตรปรับปรุง

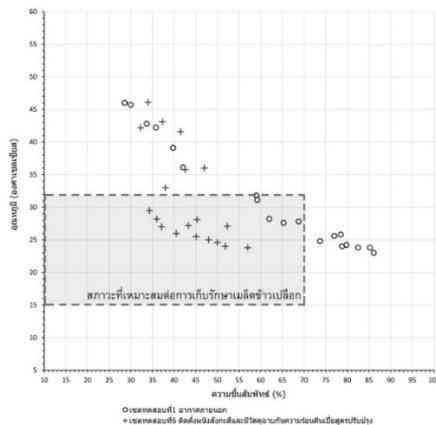


ภาพที่ 8 แสดงลักษณะเขตทดสอบที่มีการติดตั้งผนังทดสอบโดยหันผนังทดสอบไปทางทิศใต้ที่ได้รับรังสีตรง  
จากดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวันในช่วงวันที่ 8-9 ตุลาคม 2557

จากนั้นทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในเขตทดสอบจำนวน 6 เขตทดสอบ ในพื้นที่ทดลอง  
ดาตฟ้าอาคารปฏิบัติการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งสามารถแสดงเป็นแผนภูมิคล้ายกับ  
แผนภูมิชีวอากาศ (Bioclimatic Chart) แสดงสภาพอากาศที่มีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นใน  
เขตทดสอบต่างๆ เปรียบเทียบกับสภาพอากาศภายนอก โดยสภาพอากาศที่มีความเหมาะสมต่อการเก็บเมล็ด  
ข้าวเปลือกจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 15-32 องศาเซลเซียส ความชื้นประมาณ 10-70 เปอร์เซ็นต์ (ยง, 2554) ได้ผล  
ดังแผนภูมิในภาพที่ 9 และ 10 ต่อไปนี้



ภาพที่ 9 แผนภูมิแสดงสภาพอากาศภายในเขตทดสอบที่มีการติดตั้งผนังสังกะสีที่มีการปรับปรุงด้วยวัสดุต่างๆ เปรียบเทียบกับสภาพอากาศภายนอกเขตทดสอบ ในวันที่ 8-9 ตุลาคม 2557



ภาพที่ 10 แผนภูมิแสดงสภาพอากาศภายในเขตทดสอบที่ 6 เปรียบเทียบกับสภาพอากาศภายนอก ในวันที่ 8-9 ตุลาคม 2557

จากภาพที่ 9-10 เมื่อพิจารณาจำนวนชั่วโมงของสภาพอากาศ ที่มีความเหมาะสมต่อการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือกมาเป็นเกณฑ์แล้ว สามารถเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ผนังที่ใช้วัสดุฉนวนกันความร้อนผสมด้วยดินเปียกสูตรปรับปรุง มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ปรับปรุงผนังสังกะสีได้ดี รองลงมาได้แก่ วัสดุฉนวนกันความร้อนผสมด้วยหญ้าแฝก และ วัสดุฉนวนกันความร้อนผสมด้วยแกลบตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุผสมที่ใช้ฉาบทับสังกะสีมีส่วนช่วยในการเพิ่มความชื้นในฉนวนให้กับผนังสังกะสีที่มีค่าการนำความร้อนค่อนข้างสูง อีกทั้งยังช่วยในการลดการซึมผ่านของความชื้นของผนังนั้นๆ อีกด้วย

### ผลการศึกษาคส่วนที่ 3 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของวัสดุฉนวนสำหรับปรับปรุงผนังยุงข้าวจากดินเปียกสูตรปรับปรุง กับผนังเหล็กเคลือบสังกะสีไม่มีวัสดุฉนวนในยุงข้าวจำลอง

จัดสร้างยุงข้าวจำลองที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ขนาด 1.00 x 1.00 เมตร สูง 1.00 เมตร โดยใช้ไม้เนื้อแข็งในการทำโครงสร้าง วัสดุผนังหลังคาจากสังกะสี พื้นปูด้วยไม้อัดหนาความหนา 10 มิลลิเมตร ผนังเป็นสังกะสี และชั่งน้ำหนักข้าวเปลือก 50 กิโลกรัม บรรจุลงไปในเซลล์ทดสอบ โดยจะแยกเป็น 2 กรณีได้แก่

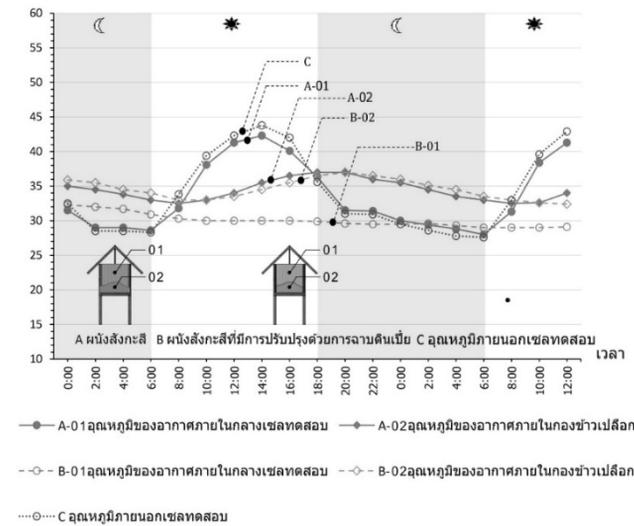
- ยุงข้าวจำลองที่ 1 ก่อสร้างผนังโดยใช้วัสดุผนังเหล็กเคลือบสังกะสี (Base Case)
- ยุงข้าวจำลองที่ 2 ก่อสร้างผนังโดยใช้วัสดุผนังเหล็กเคลือบสังกะสีฉาบด้วยดินเปียกสูตรปรับปรุง โดยจะฉาบภายในเซลล์ทดสอบความหนา 5 เซนติเมตร



ภาพที่ 11 แสดงลักษณะทางกายภาพของยุงข้าวจำลองกรณีไม่มีการปรับปรุงเปรียบเทียบกับกรณีที่มีการปรับปรุง

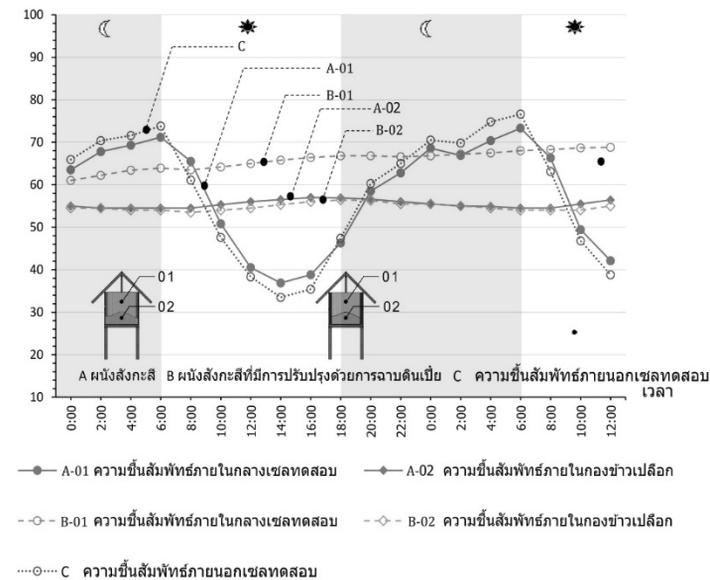
จากนั้นทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในส่วนต่างๆ ของยุงข้าวจำลองทั้งสองกรณี ได้แก่ ภายในยุงข้าวจำลอง และภายในกลางกองข้าว เปรียบเทียบกับอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอก ผลที่ได้สามารถแสดงดังภาพที่ 12 และ 13 ต่อไปนี้

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)



ภาพที่ 12 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิอากาศภายในยุ้งข้าวจำลอง และอุณหภูมิอากาศภายในกลางกองข้าว  
กรณีที่มี และไม่มีการปรับปรุงผนังสังกะสีด้วยวัสดุผสมจากดินเปียสูตรปรับปรุงเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ  
ภายนอก วันที่ 24-25 ตุลาคม 2558

ความชื้นสัมพัทธ์ (%)



ภาพที่ 13 แผนภูมิแสดงความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในยุ้งข้าวจำลอง และความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายใน  
กลางกองข้าว กรณีที่มี และไม่มีการปรับปรุงผนังสังกะสีด้วยวัสดุผสมจากดินเปียสูตรปรับปรุงเปรียบเทียบกับ  
ความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายนอก วันที่ 24-25 ตุลาคม 2558

จากภาพที่ 12 และ 13 สรุปได้ว่ายังข้างจำลองที่มีวัสดุฉนวนสำหรับปรับปรุงผนังข้างจากดินเปียสูตรปรับปรุงมีอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในต่ำกว่ายังข้างจำลองที่มีผนังเหล็กเคลือบสังกะสีไม่มีวัสดุฉนวน ในช่วงเวลากลางวัน จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศภายในยังข้างจำลองที่มีการปรับปรุงผนังจะมีค่าต่ำกว่ากรณีไม่มีการปรับปรุงประมาณ 12 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ยังอยู่ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ที่มีความเหมาะสมต่อการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือก ในเวลากลางคืนภายในยังข้างจำลองที่มีการปรับปรุงผนังด้วยดินเปียจะมีอุณหภูมิสูงกว่าเล็กน้อย แต่ก็ยังอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมต่อการเก็บรักษาเมล็ดข้าวเปลือก ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าต่ำกว่าประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิภายในกลางกองข้าวจะมีความแตกต่างกันประมาณ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ต่างกันประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมล็ดข้าวเปลือกนั้นก็มีความเป็นฉนวนป้องกันความร้อน ความชื้นได้ด้วย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในส่วนต้นจะพบว่าเมล็ดข้าวที่มีความเสียหายนั้นจะอยู่บริเวณด้านนอกของส่วนกองเก็บเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการลดอุณหภูมิ และความชื้นภายในยังข้างได้ ก็จะเป็นการลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นจากการที่อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์อากาศภายในมีค่าสูงนั่นเอง

## การอภิปราย

จากการทดลองพบว่า วัสดุฉนวนกันความร้อนผสมด้วยดินเปียสูตรปรับปรุง มีความเหมาะสมในการปรับปรุงผนังสังกะสีมากที่สุด จึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนและความชื้นของวัสดุฉนวนสำหรับปรับปรุงผนังข้างจากดินเปียสูตรปรับปรุงกับผนังสังกะสีที่ไม่มีวัสดุฉนวนในยังข้างจำลองที่สร้างขึ้น ที่มีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ ขนาด 1.00 X 1.00 X 1.00 เมตร โดยมีข้าวเปลือกใส่ไว้ภายในจำนวน 50 กิโลกรัม แล้ววัดค่าด้วย เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (USB Temperature and Humidity Data Logger) รุ่น DT-171 แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบพบว่า ผนังข้างจำลองที่มีวัสดุฉนวนสำหรับปรับปรุงผนังข้างจากดินเปียมีความเหมาะสมในการเก็บรักษาข้าวเปลือกได้ดีกว่าผนังเหล็กเคลือบสังกะสีที่ไม่มีวัสดุฉนวนอย่างชัดเจนจากการศึกษาและทดลองการปรับปรุงผนังข้างที่ใช้สังกะสีในการก่อสร้างแล้วนั้นพบว่า สามารถนำไปปรับปรุงยังข้างได้จริง แต่จากการสอบถามกับเกษตรกรที่มียังข้างเกี่ยวกับการนำไปใช้พบว่า ส่วนใหญ่อยากจะทำการปรับปรุงผนังข้างเดิมตามคำแนะนำของผู้ทำการทดลอง แต่ยังไม่มั่นใจว่าจะสามารถลดการสูญเสียข้าวเปลือกได้ดีเหมือนกับยังข้างจำลองที่ทำการทดสอบได้หรือไม่ เกษตรกรจึงไม่กล้าทำการปรับปรุงยังข้างจริง เพราะยังไม่เคยเห็นใครทำการก่อสร้างปรับปรุงแบบนี้ ผนังอาจจะมีน้ำหนักมากเกินไปไม่มั่นใจว่าจะสามารถยึดเกาะกับผนังสังกะสีเดิมได้หรือไม่ ดังนั้นจึงควรที่จะทำการทดลองในยังข้างจริง เพื่อให้เป็นแบบอย่างแก่เกษตรกร ถึงจะมั่นใจว่าจะสามารถก่อสร้างปรับปรุงผนังข้างจริงได้ ในด้านการพัฒนารูปแบบการปรับปรุงหรือรูปแบบยังข้างในอนาคตให้สามารถเก็บรักษาข้าวเปลือกเสียหายน้อยที่สุด โดยใช้วัสดุที่มีตามท้องถิ่น ก่อสร้างง่าย ราคาถูก และต้องทำให้เกษตรกรยอมรับในการก่อสร้างแบบใหม่ด้วย

## สรุป

จากการศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน และความชื้นผ่านผนังข้างสังกะสี ที่มีวัสดุฉนวนกันความร้อนด้วยวัสดุเคลือบผิวทางอากาศที่ผ่านมาข้างต้น ทำให้สามารถทราบถึงแนวทางในการปรับปรุงและเลือกใช้วัสดุเคลือบผิวทางอากาศที่สามารถป้องกันความร้อนและความชื้นมาใช้กับยังข้าง สำหรับเก็บข้าวเปลือกหรืออาคารเก็บพืชผลทางการเกษตรที่เป็นผนังสังกะสี อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคารในลักษณะเดียวกันหรือ

ใกล้เคียงกันนี้ให้มีความเหมาะสมทางด้านอุณหภูมิและความชื้นได้ โดยเป็นการนำเอาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยใช้เพียงแรงงานในครัวเรือน และต้นทุนการปรับปรุงที่ไม่สูงเกินไปนัก

### ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษานี้มีขอบเขตการศึกษาในช่วงเวลาที่จำกัด ดังนั้นจึงควรทำการทดลองในสภาพอากาศที่แตกต่างกันในช่วงฤดูกาลต่างๆ ตลอดระยะเวลา 1 ปี เพื่อจะได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์มากขึ้น
2. ควรนำเอาวัสดุที่ใช้ในการปรับปรุงยุงข้าวไปทดลองในยุงข้าวจริง เพื่อจะได้ผลการทดลองที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
3. ควรทำการศึกษาถึงการปรับปรุงยุงข้าวที่ใช้วัสดุอื่นในการก่อสร้าง ทั้งในส่วนผนังหรือหลังคา เป็นต้น

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนวิจัยและบริการวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทุนสนับสนุนและเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบจาก โครงการวิจัยการนำขี้เถ้าแกลบดินเหนียวสู่ชนบทอีสาน ที่ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงาน โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) ประจำปีงบประมาณ 2555

### เอกสารอ้างอิง

- ชนะ ธรรมธราธาร. 2545. รายงานการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาข้าวเปลือกในยุงข้าว. ขอนแก่น: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ดี๊ก แสนบุญ. 2551. ยุงข้าว--ฉางข้าว--หลอมข้าวถึง--เล้าข้าวศิลปะงานช่างในวัฒนธรรมข้าว. *วัฒนธรรมไทย*, 47(6), 45.
- บุญมี ศิริ, อนันต์พลธานี, และสุวัฒน์ บุญจันทร์. 2549. รายงานการวิจัยเรื่องระยะเวลาการเก็บเกี่ยว วิธีการลดความชื้นและการเก็บรักษาที่มีผลต่อคุณภาพข้าวอินทรีย์ (Influence of harvesting time drying and storage methods on organic rice). ขอนแก่น: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ประจักษ์ บุญอารีย์. 2544. *เหือนอีสานและอาคารโบราณอีสาน*. อุบลราชธานี: สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
- ยง บุญอารีย์. 2554. "อิทธิพลของวัสดุผนังด้านอุณหภูมิและความชื้นของอาคารเก็บพืชผลทางการเกษตร". *วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต* สาขาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วารุณี ภูสนาม และ Wang Huiying. 2550. "การทดสอบภาวะสบายด้านอุณหภูมิ ของผนังไม้ไผ่ฉาบดินในบ้านพักอาศัย". *วารสารวิจัย มข.* 12 (4): 543-553.
- วารุณี หวัง. 2555. รายงานการวิจัย การนำขี้เถ้าแกลบดินเหนียวสู่ชนบทอีสาน. ขอนแก่น: สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.
- วิโรฒ ศรีสุโร. 2540. "เล้าข้าว: ยุงฉางแห่งภูมิปัญญาอีสาน". *สารคดี*, 12 (143): 167-172.

สมชาย นิลอาธิ. 2543. **เล่าข้าว**. มหาสารคาม: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยโครงการเมธีวิจัยอาวุโส  
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อนันต์ วัชรพงษ์วินิจ. 2542. “ประสิทธิภาพการใช้ฉนวนสะท้อนรังสีและทิศทางการถ่ายเทความร้อนสำหรับอาคาร  
ในภูมิอากาศร้อนชื้น”. **วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต** ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรรควุฒิ ทัดน์สองชั้น. 2526. **ความรู้เรื่องข้าว**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์.