

# คุณสมบัติผนังดินมูลกระบือ บ้านหนองโนไต้ ตำบลนาตุน อำเภอนาตุน จังหวัดมหาสารคาม

Properties of Soil Wall, Buffalo Droppings  
Ban Nong No Tai, Na Dun Subdistrict,  
Na Dun District, Maha Sarakham Province

Received : January 8, 2019

Revised : March 11, 2019

Accepted : April 19, 2019

**อภิเชษฐ์ ติคลี**

บ้านเลขที่ 239 หมู่ 8 ตำบลนาบัว อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 32000

**Apiched Teekalee**

239 Moo 8, Nabua Subdistrict, Mueang District, Surin Province 23000

E-mail: apiched001@hotmail.com

## บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องคุณสมบัติดินมูลกระบือ บ้านหนองโนใต้ ตำบลนาคูน อำเภอนาคูน จังหวัดมหาสารคาม มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาคุณสมบัติดินมูลกระบือ และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้อง แล้วนำผลที่ได้ไปบูรณาการกับนิสิตชั้นปีที่ 3 สาขาอนุมัติศิลป์ โดยผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องมือในการวิจัย อันประกอบไปด้วย แบบบันทึกการสัมภาษณ์ แบบประเมินวัสดุต้นแบบ และแบบประเมินความพึงพอใจ จากการศึกษาวิจัยพบว่า ดินมูลกระบือมีความเหนียวไม่พอที่จะสามารถขึ้นรูปด้วยตัววัสดุเอง แต่ดินมูลกระบือมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการขึ้นรูปลักษณะเป็นวัสดุฉาบอุด มีวัสดุอื่นเป็นโครงสร้างภายใน เช่น ไม้ไผ่หรือไม้จริง ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างรับน้ำหนักของวัสดุ

วัสดุสามารถนำไปขึ้นรูปกับวัสดุโครงสร้างได้มี ส่วนผสมประกอบไปด้วย น้ำ 1 ส่วน ดินจอมปลวก 1 ส่วน มูลกระบือหรือมูลโค 1 ส่วน และทิศทางของการอัดมีผลต่อการขึ้นรูปจากการทดลอง จากการศึกษา พบว่า การอัดต้องอัดตามแนวขวางกับวัสดุโครงสร้าง ส่วนการขึ้นรูปโดยไม่มีโครงสร้างนั้นใช้เวลานานต้องรอให้ดินชั้นแรกคงรูปจึงจะขึ้นชั้นถัดไปได้ และต้องผสมดินมูลกระบือให้มีลักษณะเข้ม ใช้น้ำน้อยจึงจะสามารถขึ้นรูปไม่เหมาะสมในการใช้งานเป็นวัสดุก่อผนัง ดินมูลกระบือที่ทดสอบจะมีการแห้งตัวหลังเวลา 24 ชั่วโมงนับตั้งแต่การเริ่มอัด และดินมูลกระบือมีการหดตัวเฉลี่ยที่ 3-5 % การหดตัวนั้นขึ้นอยู่กับการนำวัสดุไปใช้งาน หากนำดินมูลกระบือไปใช้ในบริเวณน้อยหรือนำไปใช้เป็นวัสดุอุดรูเนื้อดินที่ใส่จะไม่มีการหดตัว แต่หากนำเนื้อดินไปใช้เป็นวัสดุปิดผิวหรือฉาบปิดผนัง หรือนำไปก่อขึ้นรูปโดยตรงเนื้อดินจะมีการหดตัว

กิจกรรมการบูรณาการ มีนิสิตเข้าร่วมโครงการชาย 2 คน หญิง 3 คน ก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความรู้เกี่ยวกับดินมูลกระบืออยู่ในระดับ น้อย 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 น้อยมาก 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเคยสัมผัสหรือใช้งานดินมูลกระบืออยู่ในระดับ ปานกลาง 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 น้อยมาก 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 หลังการเข้าร่วมกิจกรรม ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความรู้ความเข้าใจหลังการเข้าร่วมกิจกรรมอยู่ในระดับ มากที่สุด 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80 มาก 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ผู้เข้าร่วมโครงการสามารถนำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการใช้งานอยู่ในระดับ มากที่สุด 5 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และผู้เข้าร่วมโครงการคิดว่าวัสดุชนิดนี้สามารถนำไปสู่การพัฒนาต่อไปอยู่ในระดับ มากที่สุด 5 คน คิดเป็นร้อยละ 100

**คำสำคัญ:** ดินมูลกระบือ, วัสดุท้องถิ่น

## ABSTRACT

Research on the properties of soil wall, buffalo dung Ban Nong No Tai, Na Dun Subdistrict, Na Dun District, Maha Sarakham Province aims to study the properties of soil wall, buffalo droppings and related components and then bring the results to be integrated with the 3rd year students in Creative Arts. The researcher has set up research tools that include Interview Record Form Prototype material evaluation form and satisfaction assessment form From the study found The wall of buffalo droppings is not tough enough to be molded by the material itself. But the buffalo ground soil has the appropriate properties for forming the form of fillers There are other materials as internal structures, such as bamboo or real wood which serves as the load-bearing structure of the material.

According to studies, it has been found that The material can be well molded to the structural material. Contains ingredients consisting of 1 part of water, 1 anthill soil, 1 part of buffalo dung or cow dung, and the direction of compression affects the molding from the experiment. The study found that the compression must be compressed in parallel with the structural material. As for forming without structure, it takes a long time. Have to wait for the first floor to remain in shape so that it will be able to go to the next floor and must mix the soil, buffaloes to be darker Use less water to be able to mold, not suitable for use as wall material. The buffalo manure soil tested will dry after 24 hours since the start of the compression. And buffalo droppings have an average shrinkage of 3-5%. The shrinkage depends on the use of the material. If using buffalo dung soil in a small area or used as a hole filling material, the soil used will not shrink. But if the soil is used as a covering material or plastered off the wall or directly forming the soil, the soil will shrink.

Integration activities found that There were 2 students participating in the project, 3 males and 3 females before joining the activity. Participants had knowledge about the buffalo dung soil at the level of 2 people, accounting for 40%. Very few 3 people accounted for 60% of participants. Used to experience or use the buffalo dung soil at a moderate level, 2 people accounted for 40%, very few 3 people accounted for 60% after participating in the activity. Participants had knowledge and understanding after participating in the activity at the highest level, 4 people, accounting for 80%, very 1 person, equivalent to 20%. Participants were able to apply the knowledge to be integrated into the level. The most 5 people, representing 100% and the participants think that this material can lead to further development at the highest level, 5 people, representing 100%.

**Keywords:** Buffalo Dung Soil, Local Material

## 1. บทนำ

ยุ่งฉางสำหรับเก็บข้าวเปลือกของคนอีสาน ในอดีตมักใช้มูลกระบือ (ขี้ควาย) ผสมกับดินจอมปลวก ฉาบปิดผนัง เพื่อป้องกันน้ำ ความชื้น หรือสัตว์ที่จะเข้ามากัดกินข้าวเปลือก โดยมักใช้ร่วมกับโครงสร้างที่เป็นไม้ไผ่ซึ่งทั้งหมดเป็นวัสดุท้องถิ่น หาง่ายไม่ต้องซื้อหา และลักษณะการใช้งานวัสดุแบบนี้ยังพบอยู่ในสังคมอีสานในปัจจุบัน นั้นย่อมแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติหลายอย่างที่เหมาะสมในการใช้งาน

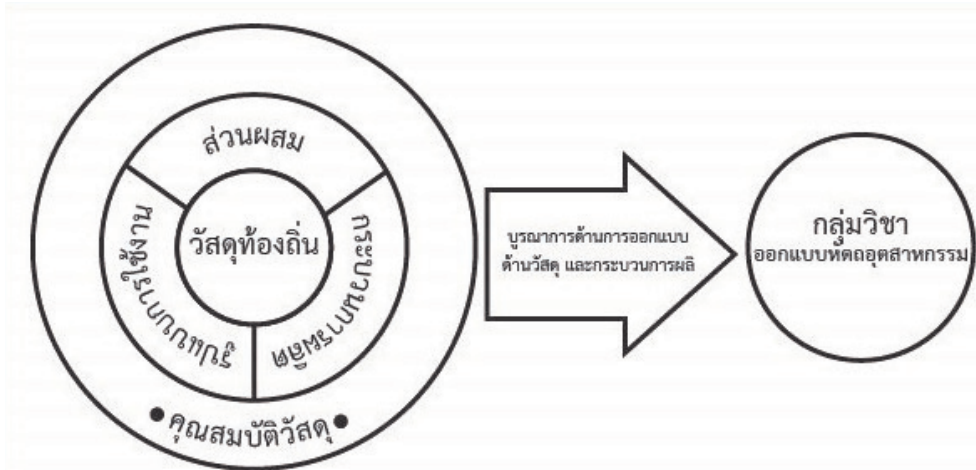
ชุมชนบ้านหนองโนใต้ อำเภอนาคู จังหวัดมหาสารคาม เป็นชุมชนเกษตรกรรมวิถีวัฒนธรรมอีสานที่ยังคงสืบสานวิถีการดำรงชีพแบบดั้งเดิมจากรุ่นสู่รุ่น มีภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านต่าง ๆ ทั้งภูมิปัญญาด้านการแสดงหุ่นกระต๊อบ ภูมิปัญญาด้านเกษตรกรรม ภูมิปัญญาด้านหัตถกรรม และยังพบภูมิปัญญาการใช้ดินผสมมูลกระบือมาใช้งาน ทั้งใช้ทำผนังยุ่งฉางเพื่อเก็บข้าวเปลือก ผลิตผลทางการเกษตร และนำมาฉาบผนังอาคารโรงละครหุ่นกระต๊อบ ในดินมูลกระบือมีส่วนผสมประกอบไปด้วย มูลกระบือ ดินจอมปลวก และน้ำ ซึ่งในการใช้งานจะมีการนำไม้ไผ่มาสานเป็นโครงสร้างภายใน ซึ่งทั้งหมดเป็นวัสดุธรรมชาติ หากได้ในชุมชน วัสดุดินมูลกระบือนั้นชุมชนนำมาใช้งานตั้งแต่อดีต และปัจจุบันยังคงใช้วัสดุ ตัวนี้อยู่ จากการลงสนามพบว่า วัสดุชนิดนี้ชุมชนสามารถหาได้เอง ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อ ฉะนั้นวัสดุจึงมีความน่าสนใจในการศึกษาว่ามีส่วนประกอบ คุณสมบัติอย่างไร ชุมชนจึงเรียกหาใช้งานอยู่

จากข้อความข้างต้นจะพบได้ว่าภูมิปัญญาการใช้ดินผสมมูลกระบือนั้น มีอยู่ในสังคมวัฒนธรรมอีสานมาอย่างช้านาน และสามารถพบได้ในปัจจุบัน ฉะนั้นการศึกษา วิจัย เพื่อหาส่วนผสม คุณสมบัติ ของวัสดุส่วนนี้จึงมีความน่าสนใจต่อการศึกษาวิจัย เพื่อนำคุณสมบัติที่ได้สู่การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์และบูรณาการวัสดุที่ได้สู่การเรียนการสอนด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมอุตสาหกรรม

## 1.1 จุดประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาส่วนผสมและคุณสมบัติของดินมูลกระบือ
- 2) เพื่อนำคุณสมบัติของวัสดุที่ได้มาบูรณาการเข้ากับการเรียนการสอนรายวิชาด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถอุตสาหกรรม

## 1.2 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 2. การทบทวนวรรณกรรม

อภิญญา เหล่าม่วง (สัมภาษณ์: 2559) ชุมชนบ้านหนองโนใต้ หมู่ 7 ตั้งอยู่ที่อำเภอนาดูน จังหวัดมหาสารคาม มีระยะห่างจากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม 76 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 2,427 ไร่ มีพื้นที่ป่าชุมชนประมาณ 460 ไร่ มีครัวเรือนทั้งสิ้น 84 ครัวเรือน ประชากรประมาณ 360 คน ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ได้แก่ การทำนาปลูกข้าว ทำสวนยางพารา และปลูกผลไม้ ฝรั่ง การุณ (สัมภาษณ์: 2559) ในชุมชนมีภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านต่าง ๆ ทั้งภูมิปัญญาด้านการแสดงหุ่นกระต๊อบ ภูมิปัญญาด้านเกษตรกรรม ภูมิปัญญาด้านหัตถกรรม และยังพบภูมิปัญญาการใช้ดินผสมมูลกระบือมาใช้งาน ทั้งใช้ทำผนังขังขางเพื่อเก็บข้าวเปลือก ผลิตผลทางการเกษตร และนำมาฉาบผนังอาคารโรงละครหุ่นกระต๊อบ ในดินมูลกระบือมีส่วนผสมประกอบไปด้วย มูลกระบือ ดินจอมปลวก และน้ำ ซึ่งในการใช้งานจะมีการนำไม้ไผ่มาสานเป็นโครงสร้าง

ในชุมชนบ้านหนองโนใต้มีการปลูกสร้างอาคารที่ใช้ไม้สำหรับเก็บผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งมีการนำดินผสมกับมูลกระบือ ฉาบปิดผนังอาคารโดยภายในใช้ไม้ไผ่หรือกิ่งไม้ เป็นโครงสร้าง สมศรี พาศิจันทร์ (สัมภาษณ์ : 2559) ได้ให้ข้อมูลไว้ว่า ดินผสมมูลกระบือนั้นจะใช้ดินลักษณะใดก็ได้ แต่สิ่งสำคัญคือการเลือกใช้มูลโค หรือมูลกระบือ ต้องใช้มูลสัตว์ที่สดในเวลาเช้าตรู่ นำมาเหยียบผสมกับดินอาจเติมน้ำเล็กน้อย เพื่อให้ดินที่ได้มีลักษณะอ่อนตัว คุณยายทองศรี ยังเล่าต่อไปว่า การนำดินผสมมูลกระบือมาใช้งานนั้น ทำการมานานมากแล้ว ตั้งแต่สมัยรุ่นตาทวดยายทวด คงเป็นเพราะในสมัยโบราณนั้นชุมชนไม่มีวัสดุประเภทคอนกรีต จึงเลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ในชุมชน เป็นวัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ ในอดีตใช้ทั้งทาลานนวดข้าวทางขังขาง ปัจจุบันคงเหลือแต่ใช้ทางฉาบขังขาง และปัจจุบันนี้ใช้มูลโคส่วนใดก็ได้ ไม่จำเป็นต้องเลือกว่าเป็นของใหม่หรือเก่า

กระบือโรงงานปุ๋ยเคลื่อนที่ (ม.ป.ป). กล่าวไว้ว่า กระบือสามารถเปลี่ยนหญ้าหรือฟางเป็นเงินเป็นทองให้คนใช้ประโยชน์ได้

และสามารถเปลี่ยนวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร เช่น ฟางข้าวหญ้าตามหัวไร่ปลายนามาเป็นเนื้ออาหารโปรตีนสำหรับมนุษย์ได้ และถ่ายมูลเป็นปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูง เนื่องจากกระปือเป็นสัตว์กระเพาะรวมมี 4 กระเพาะ ภายในกระเพาะมีจุลินทรีย์เชื้อราและแบคทีเรีย อาศัยอยู่มากมายที่สามารถย่อยหญ้า ฟางและวัชพืช อาหารที่ย่อยไม่หมดถูกถ่ายออกมา มูลกระปือกลายเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชั้นเยี่ยม คั้นความอุดมสมบูรณ์และเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินเพิ่มจุลินทรีย์ และให้พืชเจริญงอกงามเป็นอาหารให้มนุษย์และสัตว์ ซึ่งเรียกว่าห่วงโซ่ของอาหารนอกจากนี้ทำให้ระบบนิเวศน์ในไร่ร่นากลับคืนมา

กระปือโรงงานปุ๋ยเคลื่อนที่ (ม.ป.ป). ยังกล่าวต่อไปว่า กระปือน้ำหนัก 450 ก.ก. ผลิตปุ๋ยได้ปีละ 2-3 ตันของน้ำหนักแห้ง โดยไม่ถ่ายเรียรดไปที่ไหน แต่ถ้าชาวบ้านมีที่นา 20 ไร่ ต้องการปุ๋ยมูลกระปือ 200 กก. จะต้องเลี้ยงกระปืออย่างน้อย 2 ตัว (ได้ปุ๋ย 5 ตันแต่ในความเป็นจริงได้เก็บได้ประมาณ 2 ตัน) กระปือที่โตเต็มที่โดยเฉลี่ยแล้ว ถ่ายมูลวันละ 6 ครั้งๆ ละ 0.9% ของน้ำหนักตัว ดังนั้นถ้ากระปือ 450 ก.ก. จะถ่ายมูลปีละ  $6 \times 0.9 \times 450 / 100 \times 365 = 8,869$  ก.ก. น้ำหนักสด คิดเป็นน้ำหนักแห้งได้ 2.6 ตัน ดังนั้นปัจจุบันจึงเกิดกระแสรักทำเกษตรกรรมยั่งยืน ซึ่งลดรายจ่ายและเกื้อกูลสิ่งแวดล้อม โดยเน้นทำปัจจัยการผลิตไว้ใช้เอง ปัจจัยที่สำคัญของเกษตรกรรมยั่งยืนคือ มูลสัตว์ที่ใช้สำหรับปรับปรุงดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และธาตุอาหารในดินเป็นดัชนีสำคัญในการบ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ธิดารัตน์ ศรีผดุง และ ทองคำ ชูคำราม (2560) กล่าวว่า มูลวัว ประกอบไปด้วย ส่วนที่เป็นมูล ปัสสาวะ ของแข็งประกอบไปด้วยเศษของพืชและสัตว์ซึ่งเป็นอาหารที่สัตว์กินเข้าไปแล้วไม่สามารถย่อยหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้หมด จึงเหลือเป็นกากที่สัตว์ขับถ่ายออกมา โดยเศษอาหารเหล่านี้ได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายไปบางส่วนแล้วในทางเดินอาหาร ดังนั้นส่วนที่เป็นมูลสัตว์จึงอุดมไปด้วยธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ รวมทั้งสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้หลายชนิด

ชาติ ชายแดนใต้ (ม.ป.ป.). [ออนไลน์]. กล่าวไว้ว่า วัว น้ำหนัก. 400 กก. กินหญ้าสดประมาณ 50 กิโลกรัมต่อวัน ได้ซีประมาณ 10 กิโลกรัม ซีวัว ส่วนใหญ่เป็นของแข็งประกอบไปด้วยเศษของพืชโดยสัตว์ไม่สามารถย่อยได้ จึงขับถ่ายออกมา ส่วนมูลสัตว์แต่ละชนิดจะมีธาตุอาหารชนิดใดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สัตว์ชนิดนั้นกินเข้าไปเป็นปัจจัยสำคัญรวมทั้งปัจจัยอื่นๆได้แก่ ระบบการย่อยอาหารของสัตว์ วิธีการให้อาหาร รวมทั้งการจัดการรวบรวมมูล การเก็บรักษา

วัว มีระบบการย่อยอาหารที่แตกต่างจากคน มีโครงสร้างของทางเดินอาหารแตกต่างจากคนและสัตว์กินเนื้ออื่น ๆ อยู่ 2 ประการ คือ

1) การมีทางเดินอาหารที่ยาวมาก ๆ อาจยาวมากถึง 40 เมตร ทำให้ระยะเวลาในการย่อยและการดูดซึม สารอาหารนานยิ่งขึ้น และสภาพของกระเพาะอาหารค่อนข้างเป็นกรด กระเพาะอาหารของวัวและควายยังแบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยกระเพาะอาหาร 3 ส่วนแรก เป็นส่วนที่ขยายขนาดขึ้นของหลอดอาหาร ไม่มีการสร้างน้ำย่อยในการย่อยอาหาร กระเพาะอาหารส่วนที่ 4 เป็นกระเพาะอาหารจริง กระเพาะอาหาร ทั้ง 4 ส่วนมีชื่อและลักษณะเฉพาะ คือ

1.1) กระเพาะผ้าชีวรีหรือรูเมน (rumen) เป็นกระเพาะอาหารที่มีจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียและโพรโทซัวจำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้สามารถสร้างน้ำย่อยเซลลูเลสช่วยย่อยสลายสารเซลลูโลสจากพืชที่กินเข้าไปได้ นอกจากนี้ยังสามารถสารถอาหารออกมาเคี้ยวเอื้องเป็นครั้งคราวเพื่อบดเส่นใยให้ละเอียดได้ด้วยจึงเรียกสัตว์พวกนี้ว่า สัตว์เคี้ยวเอื้อง แบคทีเรียและโพรโตซัวยังสามารถสังเคราะห์กรดไขมันจากสารคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ และสังเคราะห์กรดอะมิโนจากยูเรีย และแอมโมเนียหรือได้จากการย่อยสลายโปรตีนจากพืช อาหารเหล่านี้จะถูกส่งเข้าสู่กระเพาะอาหาร ส่วนเรติคิวลัมและโอบมาซั่มต่อไป

1.2) กระเพาะรวงผึ้งหรือเรติคิวลัม (reticulum) ทำหน้าที่ย่อยนม เมื่อโค กระบือยังเล็กอยู่และมีแบคทีเรียเช่นเดียวกับกระเพาะอาหารส่วนแรก

1.3) กระเพาะสามสิบกลีบหรือโอบมาซั่ม (omasum) ทำหน้าที่ผสมและบดอาหาร นอกจากนี้ยังดูดซึมและขับน้ำจากกระเพาะผ้าชีวรีด้วย

1.4) กระเพาะจริงหรือโอบมาซั่ม (abomasum) เป็นส่วนกระเพาะอาหารจริง มีการย่อยอาหารและจุลินทรีย์ไปพร้อมๆ กัน แล้วจึงส่งอาหารต่อไปยังลำไส้เล็กเพื่อย่อยให้สมบูรณ์ ดังนั้น วัว ควาย จึงได้สารอาหารจากอาหารและจุลินทรีย์ไปพร้อมๆ กัน จึงเพียงพอต่อความต้องการ เมื่ออาหารย่อยในกระเพาะอาหารแล้วจะผ่านเข้าสู่ลำไส้เล็กตอนต้น จะมี

การย่อยโปรตีนไขมันและแป้งจากน้ำย่อยของตับอ่อนและน้ำดีจากตับจะช่วยให้ไขมันแตกตัวและย่อยได้ง่ายขึ้น ต่อจากนั้นจึงดูดซึมเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิตต่อไป

2) การมีไส้ตั้งขนาดใหญ่ ไส้ตั้งของสัตว์กินพืชจะมีขนาดใหญ่และก็เป็นบริเวณที่มีการย่อยอาหารโดยจุลินทรีย์เช่นกัน ทำให้วัวและควายย่อยอาหารที่ประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่ ได้เป็นอย่างดี

โสภณา ศรีจำปา (ม.ป.ป). กล่าวไว้ว่า ประเทศอินเดีย เสริมสร้างบ้านและสิ่งแวดล้อมให้แข็งแรง

- 1) ผสมมูลวัวกับโคลนและน้ำเพื่อทาพื้นในบ้านดิน ทำให้พื้นแน่น ไม่เกิดความชื้น
- 2) มูลวัวผสมดินหรือโคลนช่วยให้อิฐแข็งแรงยิ่งขึ้น
- 3) ขี้เถ้าของมูลวัวและปูนขาวผสมกันมีสรรพคุณเหมือนซีเมนต์

กัลยา บุญญานวัตร และคณะ (ม.ป.ป.). กล่าวไว้ว่า ถ่านชีวภาพมูลโค คือ การใช้มูลโคซึ่งมีกากของเยื่อใย เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และอื่นๆ มาใช้ประโยชน์ด้านพลังงานเชื้อเพลิง ในมูลโค กระบือนั้นจะประกอบด้วยกากของใยอาหารตามที่กล่าวมาแล้วนั้นซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1) เซลลูโลส

เซลลูโลส (ม.ป.ป.). [ออนไลน์]. เซลลูโลส เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ (cell wall) ในพืชเกิดจากกลูโคสประมาณ 50,000 โมเลกุลมาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว แต่ละสายของสายของเซลลูโลสเรียงขนานกันไป มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสาย ทำให้มีลักษณะเป็นเส้นใย สดสมไว้ในพืช ไม่พบในเซลล์สัตว์ เซลล์ลูโลสไม่ละลายน้ำและร่างกายของมนุษย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ แต่ในกระเพาะของวัว ควาย ม้า และสัตว์ที่แทะมีกีบ มีแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสให้เป็นกลูโคสได้

เซลลูโลสเมื่อถูกย่อยจะแตกตัวออกให้น้ำตาลกลูโคสจำนวนมาก เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างของเซลล์ ประกอบด้วยหน่วยย่อยคือโมเลกุลของ 1,000-10,000 โมเลกุล มีน้ำหนักโมเลกุล 200,000-2,000,000 หน่วยย่อยพื้นฐาน ปริมาณของเซลลูโลสอาจพบน้อยมากในส่วนที่สะสมอาหารของพืช เช่น ในอินทผลัมมีเพียง 0.8% ขณะที่ในส่วนของเส้นใยฝ้ายมีมากถึง 98%

ส่วนประกอบเซลลูโลส มีส่วนประกอบทางเคมีพวกคาร์โบไฮเดรต (สารพวกเดียวกับแป้งและน้ำตาล) โมเลกุลใหญ่ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลเดี่ยวที่สูญน้ำไป 1 โมเลกุล เชื่อมต่อกันหลาย ๆ โมเลกุล ย่อยสลายตัวได้ยาก โมเลกุลของเซลลูโลสเรียงตัวกันในผนัง-เซลล์ของพืช เป็นหน่วยเส้นใยขนาดเล็กมากเกาะจับตัวกันเป็นเส้นใย ในพืชบางชนิดนั้นเส้นใยเป็นผนังเซลล์เดี่ยวของพืช เช่น ใยฝ้ายเป็นขนจากชั้นของเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกสุด

เซลลูโลส (ม.ป.ป.). [ออนไลน์]. กล่าวต่อไปว่า ประโยชน์ของเซลลูโลสเมื่อพิจารณาจากส่วนของพืชที่ให้เส้นใยที่นำไปใช้ประโยชน์ แบ่งได้ดังนี้

- 1) ขน ที่เมล็ดหรือผนังด้านในของผล เช่น ฝ้าย รัก นุ่น และจิ้ง
- 2) เส้นใยในเนื้อเยื่อด้านในของเปลือกของลำต้น เช่น ปอแก้ว ปอกระเจา ปอกัญญา ป่านลินิน และป่านรามิ เส้นใยที่ได้จากเนื้อเยื่อส่วนเปลือกของลำต้นนั้นส่วนใหญ่เรียกว่า “ปอ” ส่วนที่ได้จากเนื้อเยื่อของใบเรียกว่า “ป่าน” อย่างไรก็ตามก็ไม่ได้เรียกแยกกันอย่างชัดเจน เช่น รามิและลินิน ให้เส้นใยจากลำต้นแต่เรียกกันว่า ป่านรามิและป่านลินิน ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะให้เส้นใยที่เหนียว แข็ง หรือมักใช้ทอผ้าเนื้อบางหรือทอด้วยด้ายเส้นเล็กหรือละเอียดก็ได้
- 3) เส้นใยจากใบ ซึ่งเป็นส่วนท่อน้ำที่อาหารของใบ เช่น ป่านครนารายณ์ สับปะรดกล้วย มีส่วนที่ใช้ประโยชน์ได้ตั้งแต่ตัวใบ เส้นกลางใบ ก้านใบ และกาบใบ
- 4) เส้นใยที่เป็นเนื้อไม้ของต้นไม้ เป็นส่วนเนื้อเยื่อของท่อน้ำที่อาหาร ใช้ในการทำกระดาษเป็นส่วนใหญ่ เช่น ยูคาลิปตัส สนสามใบหรือสนกึ่งเยาะ ปอแก้ว ปอสา และต้นพืชล้มลุก โดยใช้กระบวนการที่เหมาะสมแยกเส้นใยจากเนื้อไม้แล้วนำเส้นใยนี้ไปใช้ประโยชน์ทางด้านสิ่งทอได้
- 5) เส้นใยจากส่วนอื่น ๆ เช่น ทางหรือก้านใบประกอบของต้นปาล์มใช้ทำแปรงส่วนเปลือกของผล (กาบมะพร้าว)

หรือแม้กระทั่งรากมะพร้าวใช้ทำเชือก เป็นต้น เราอาจแบ่งพืชเส้นใยได้อย่างคร่าว ๆ เนื่องจากไม่สามารถแบ่งแยกได้อย่างชัดเจนเพราะมีลักษณะที่คาบเกี่ยวกัน

## 2) เฮมิเซลลูโลส

ภาวดี เมธะคานนท์ (ม.ป.ป.) กล่าวไว้ว่า เฮมิเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลักอย่างหนึ่งของผนังเซลล์พืช (ประมาณหนึ่งในสามถึงหนึ่งในสี่ส่วนของพืช) และปริมาณของเฮมิเซลลูโลสนี้จะแตกต่างกันตามชนิดของพืช เช่น พางข้าวสาลีจะพบประมาณร้อยละ 32 เปลือกเมล็ดทานตะวันร้อยละ 23 ขานอ้อยร้อยละ 22 และซังข้าวโพดร้อยละ 37

คุณสมบัติของ เฮมิเซลลูโลส (ม.ป.ป.) กล่าวถึงคุณสมบัติของเฮมิเซลลูโลสไว้ว่า เฮมิเซลลูโลส เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ประกอบด้วยน้ำตาลหลายชนิด เช่น น้ำตาลไซโลส น้ำตาลแมนโนส กาแล็กโทสหรือกลูโคส น้ำตาลอะราบิโนส เป็นต้น จัดเป็นเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ มีความสามารถในการอุ้มน้ำ เป็นองค์ประกอบในผนังเซลล์ของพืชที่อยู่ร่วมกับเซลลูโลสพบมาก ในผัก ผลไม้

มูลสัตว์เช่นวัวนั้นมีส่วนประกอบหลักเป็นเศษของพืชซึ่งเป็นอาหารที่สัตว์กินเข้าไป แล้วไม่สามารถย่อยได้หมด จึงเหลือเป็นกากที่สัตว์ขับถ่ายออกมา เศษอาหารเหล่านี้ได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายไปบางส่วนแล้วในทางเดินอาหาร ส่วนที่เป็นมูลสัตว์จึงอุดมไปด้วยธาตุอาหารชนิดต่างๆ รวมทั้งสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้หลายชนิด วัว น้ำหนัก. 400 ก.ก. กินหญ้าสดประมาณ 50 ก.ก. ต่อวัน ได้มูลวัวประมาณ 10 ก.ก. ต่อวัน มูลวัวมีกากของเส้นใยพืชซึ่งในเส้นใยประกอบไปด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส

## 3) คุณสมบัติของดินจอมปลวก

ชายุกร พระบำรุง และคณะ (2559) กล่าวไว้ว่า ลักษณะทางกายของดินจอมปลวก และดินจาวปลวก เป็นดินร่วนปนเหนียว และมีสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลเข้ม pH มีค่าอยู่ระหว่าง 4.7-7.2 ในส่วนของค่าการนำไฟฟ้า นั้น มีค่าสูงกว่าดินประเภทอื่น ๆ แต่ไม่อยู่ในระดับที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช ซึ่งค่าดังกล่าว นอกจากจะสะท้อนถึงความเค็มแล้วยังแสดงถึงเกลือของธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำด้วย สำหรับธาตุอาหารพืชที่เด่น เมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ใช่ดินจอมปลวก ได้แก่แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม โดยส่วนใหญ่สอดคล้องกับการศึกษาในอดีต ยกเว้นเพียงธาตุเดียวนั่นคือ ฟอสฟอรัส ซึ่งในงานนี้ สูงกว่างานในอดีต แทนที่จะเป็นแมกนีเซียม ดังเช่นงานที่ผ่านมา แม้ว่าการศึกษายังแสดงให้เห็นถึงความโดดเด่นของธาตุอาหารในดินจอมปลวก แต่ก็มีกรณีแปรเชิงพื้นที่ที่สามารถสังเกตได้สำหรับดินที่ไม่ใช่ดินจอมปลวกที่ได้มีการวิเคราะห์ร่วม

ชายุกร พระบำรุง และคณะ (2559) กล่าวไว้ว่า สมบัติทางเคมีของดินผิวจอมปลวก ดินเชิงจอมปลวกและดินรอบจอมปลวก พบว่า ค่าเฉลี่ย pH ของดินผิวจอมปลวก (5.46) สูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (5.04) และดินรอบจอมปลวก (5.04) ค่าเฉลี่ย EC ของดินผิวจอมปลวก (90.33 mS/cm) ต่ำกว่าดินเชิงจอมปลวก (92.46 mS/cm) และทั้ง 2 จุดมีค่าสูงกว่าดินรอบจอมปลวก (80.70 mS/cm) ปริมาณเฉลี่ย OM ของดินผิวจอมปลวก (3.96 %) มีค่าสูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (2.46 %) และดินรอบจอมปลวก (2.54 %) เนื่องจากปลวกขนย้ายอินทรีย์วัตถุจากดินบริเวณรอบจอมปลวกมาเป็นอาหารและขับถ่ายออกมา จึงทำให้มีอินทรีย์วัตถุปริมาณสูงกว่าจุดอื่นๆ ปริมาณเฉลี่ย P ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินผิวจอมปลวก (13.95 mg/kg) สูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (7.45 mg/kg) และดินรอบจอมปลวก (5.27 mg/kg) ปริมาณเฉลี่ย N ทั้งหมดในดินผิวจอมปลวกมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.14 มีปริมาณสูงกว่าดินเชิงจอมปลวกซึ่งมีค่าร้อยละ 0.08 และดินรอบจอมปลวกมีค่าร้อยละ 0.06 ค่าเฉลี่ย CEC ของดินผิวจอมปลวก (15.66 me/100g soil) สูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (5.69 me/100 g soil) และดินรอบจอมปลวก (4.46 me/100g soil) ตามลำดับ ค่าเฉลี่ย % base saturation ของดิน ผิวจอมปลวกมีค่าร้อยละ 70.13 มีค่าต่ำกว่าดินเชิงจอมปลวกซึ่งมีค่าร้อยละ 77.85 และดินรอบจอมปลวกที่มีค่าร้อยละ 75.65 ค่าเฉลี่ย exchangeable cations (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> และ Na<sup>+</sup>) ดังนี้ Ca<sup>2+</sup> ในดินผิวจอมปลวก (5.96 me/100g) มีค่าสูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (2.95 me/100g) และดินรอบจอมปลวก (1.93 me/100g) Mg<sup>2+</sup> ในดินผิวจอมปลวก (2.26 me/100g) มีค่าสูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (1.16 me/100g) และดินรอบจอมปลวก (0.74 me/100g) K<sup>+</sup> ในดินผิวจอมปลวก (0.81 me/100g) มีค่าสูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (0.24 me/100g) และดินรอบจอมปลวก (0.18 me/100g) Na<sup>+</sup> ในดินผิวจอมปลวก (0.61 me/100g) สูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (0.33 me/100g) และดินรอบจอมปลวก (0.31 me/100g) จุลธาตุ Fe, Mn, Cu และ Zn ค่าเฉลี่ย

Fe ในดินผิวจอมปลวก (145.00 mg/kg) มีค่าสูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (107.85 mg/kg) และดินรอบจอมปลวก (79.10 mg/kg) ค่าเฉลี่ยของ Mn ในดินเชิงจอมปลวก (74.78 mg/kg) สูงกว่าดินผิวจอมปลวก (68.39 mg/kg) และดินรอบจอมปลวก (57.12 mg/kg) ค่าเฉลี่ย Cu ในดินผิวจอมปลวก (3.12 mg/kg) มีค่าสูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (1.60 mg/kg) และดินรอบจอมปลวก (0.86 mg/kg) ค่าเฉลี่ย Zn ในดินผิวจอมปลวก (2.37 mg/kg) มีค่าสูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (0.92 mg/kg) และดินรอบจอมปลวก (1.29 mg/kg) สมบัติทางกายภาพของดินผิวจอมปลวก ดินเชิงจอมปลวกและดินรอบจอมปลวก สรุปได้ดังนี้ Particle size distribution ผลจากการวิเคราะห์สามารถสรุปค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ดินผิวจอมปลวกมีอนุภาคดินเหนียว (23.45) สูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (15.10) และดินรอบจอมปลวก (13.67) ความหนาแน่นรวมเฉลี่ยหน่วยกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ดินผิวจอมปลวก (1.36) ดินเชิงจอมปลวก (1.32) และดินรอบจอมปลวก (1.36) มีค่าใกล้เคียงกัน ค่า moisture retention ที่ 1/3 bar เฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ ดินผิวจอมปลวก (26.26) สูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (12.98) และดินรอบจอมปลวก (10.40) ที่ 15 bar ดินผิวจอมปลวก (15.11) สูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (5.98) และดินรอบจอมปลวก (5.20) ค่า available water เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ดินผิวจอมปลวก (7.98) สูงกว่าดินเชิงจอมปลวก (6.75) และดินรอบจอมปลวก

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ และคณะ. (ม.ป.ป.). ได้กล่าวไว้ในข้อสรุปว่า ดินจอมปลวกที่เกิดในบริเวณที่มีดินเป็นกรดปานกลาง มีสมบัติดังนี้ คือ

- 1) ดินจอมปลวกและดินฐานจอมปลวกอาจเป็นกรดอ่อน หรือต่างอ่อน โดยดินฐานจอมปลวกมี pH สูงกว่า
- 2) ดินบนจอมปลวกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินรอบจอมปลวกแต่ดินฐานจอมปลวกมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ต่ำกว่าดินรอบจอมปลวก
- 3) ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชซึ่งประเมินโดยวิธีเคมีในดินจอมปลวกและดินฐานจอมปลวกและดินฐานจอมปลวกสูงกว่าดินรอบจอมปลวก
- 4) ดินฐานจอมปลวกมีความหนาแน่นรวมสูงกว่า มีเนื้อดินละเอียดกว่าและมีการจับตัวเป็นเม็ดดินรอบจอมปลวก
- 5) เมื่อทุบดินเพื่อลดความแน่นที่บด ดินฐานจอมปลวกมีการซึมน้ำเมื่ออ้อมตัวด้วยน้ำและไม่อ้อมตัวด้วยน้ำเหลวกว่า มีความจุความชื้นสูงกว่า แต่มีปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชใกล้เคียงกันหรือสูงกว่าเล็กน้อย เมื่อเทียบกับดินชั้นบน
- 6) การที่ผลผลิตของพืชที่ปลูกบนดินที่เคยเป็นฐานจอมปลวกต่ำกว่าผลผลิตของพืชที่ปลูกบริเวณรอบ ๆ นั้น เป็นเพราะดินที่เคยเป็นฐานจอมปลวกแน่นที่บดและมีการ ซึมน้ำที่เร็ว ซึ่งยังผลให้ดินบริเวณที่เคยเป็นฐานจอมปลวกได้รับน้ำไว้น้อยเมื่อได้รับน้ำแต่ละครั้งถ้าได้เปรียบเทียบกับบริเวณข้างเคียง แต่ที่จริงแล้วดินที่เคยเป็นฐานจอมปลวกมีความอุดมสมบูรณ์กว่าดินบริเวณรอบฐานจอมปลวก



### 3. วิธีการศึกษา

งานวิจัยเรื่องคุณสมบัติดินมูลกระบือ เพื่อให้การวิจัยเป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ ผู้วิจัยจึงวางโครงสร้าง ขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

#### 3.1 ศึกษาข้อมูลภาคสนาม

เป็นการลงพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างดินมูลกระบือ ที่ชุมชนบ้านหนองโนใต้อำเภอนาดูน จังหวัดมหาสารคาม และเป็นการลงพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์ผู้สูงอายุซึ่งเป็นผู้รู้ด้านการผลิตดินผสมมูลกระบือ สิ่งที่คาดหวังว่าจะได้จากการลงภาคสนามคือ ที่มาของวัสดุ ขั้นตอนและกระบวนการผลิต ส่วนผสมระหว่างดินจอมปลวกและมูลกระบือ เทคนิควิธีการเลือกวัตถุดิบ ตัวอย่างวัตถุดิบที่สำเร็จแล้ว

#### 3.2 การทดสอบหาคุณสมบัติ

การทดสอบหาคุณสมบัติวัสดุนี้ เป็นการทดสอบเพื่อให้ทราบถึงคุณสมบัติของดินมูลกระบือ ชุมชนบ้านหนองโนใต้ อำเภอนาดูน จังหวัดมหาสารคาม โดยการทดสอบนั้นมุ่งเน้นศึกษาถึงคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง เชื่อมโยงกับการที่จะสามารถนำมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถอุตสาหกรรม และนำผลที่ได้มาสู่การผสมวัสดุที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ออกแบบ และผลิตผลิตภัณฑ์ต่อไป

#### 3.3 การบูรณาการ

หลังจากการทดสอบจนทราบถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินผสมมูลกระบือ ชุมชนบ้านหนองโนใต้ อำเภอนาดูน จังหวัดมหาสารคาม นำวัสดุที่ได้ไปบูรณาการในรายวิชาโดยให้นักศึกษามีส่วนร่วมทั้งการออกแบบและผลิตต้นแบบจากวัสดุที่ได้

#### 3.4 สรุปและรายงานผลการวิจัย

การผสมวัสดุทั้งสองอย่างเข้าด้วยกัน โดยใช้อัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตรถ้วยตวง จากนั้นใช้น้ำเป็นตัวประสาน ทำให้เนื้อของวัตถุดิบทั้งสองเข้ากัน ในการนี้ผู้วิจัยใช้น้ำ 2 ส่วน ในการผสมวัสดุ จากนั้นทำการนวดให้เนื้อวัตถุดิบทั้งสองเข้า



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทดสอบการขึ้นรูปและระยะเวลาการแห้งตัวของวัสดุ

## ตารางที่ 1 ขั้นตอนการผสมวัสดุดิบ

ภาพประกอบ	คำอธิบาย
	ขั้นที่ 1 : นำส่วนผสมทั้งสองอย่างมาผสมให้เข้ากันในภาชนะที่เตรียมไว้
	ขั้นที่ 2 : เมื่อวัสดุดิบทั้งสองผสมเข้ากันดีแล้ว ให้เติมน้ำลงไป แล้วทำการรดหรือเหยียบให้วัสดุดินทั้งสองชุ่มน้ำ
	ขั้นที่ 3 : เมื่อวัสดุดิบเปียกน้ำและรดเข้ากันดีแล้วก็พร้อมที่จะนำไปใช้งาน

## ตารางที่ 2 วิเคราะห์คุณสมบัติในการขึ้นรูป

วัสดุทดสอบ	คุณสมบัติและเกณฑ์ในการวิเคราะห์วัสดุ			
	ความสะดวกในการขึ้นรูปของเนื้อวัสดุ	มีลักษณะเนื้อวัสดุที่สามารถขึ้นรูปได้	การเกาะตัวของเนื้อวัสดุกับผนัง	น้ำหนักของวัสดุขณะขึ้นรูป
1) การขึ้นรูปแบบมีแผ่นไม้เป็นโครงสร้างภายใน	ดี	ปานกลาง	ดี	ปานกลาง
2) การขึ้นรูปแบบมีแผ่นไม้ฝาผนังเป็นโครงสร้าง	ดี	ดี	ดี	ดี
3) การขึ้นรูปแบบไม่มีโครงสร้าง	น้อย	น้อย	น้อย	น้อย

คุณสมบัติในการขึ้นรูปวัสดุนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การวิเคราะห์ไว้ ประกอบไปด้วย ดี ปานกลาง น้อย และจากตารางวิเคราะห์คุณสมบัติในการขึ้นรูป สรุปได้ว่า การขึ้นรูปแบบมีแผ่นไม้ฝาผนังเป็นโครงสร้าง มีความสะดวกในการขึ้นรูปของเนื้อวัสดุในระดับ ดี มีลักษณะเนื้อวัสดุที่สามารถขึ้นรูปได้รวดเร็วในระดับ ปานกลาง การเกาะตัวของเนื้อวัสดุกับผนังทดสอบในระดับ ดี และน้ำหนักของวัสดุขณะขึ้นรูปในระดับ ปานกลาง การขึ้นรูปแบบมีแผ่นไม้ฝาผนังเป็น

โครงสร้าง มีความสะดวกในการขึ้นรูปของเนื้อวัสดุในระดับ ดี มีลักษณะเนื้อวัสดุที่สามารถขึ้นรูปได้รวดเร็วในระดับ ดี การเกาะตัวของเนื้อวัสดุกับผนังทดสอบในระดับ ดี และน้ำหนักของวัสดุขณะขึ้นรูปในระดับ ดี การขึ้นรูปแบบไม่มีโครงสร้าง มีความสะดวกในการขึ้นรูปของเนื้อวัสดุในระดับ น้อย มีลักษณะเนื้อวัสดุที่สามารถขึ้นรูปได้รวดเร็วในระดับ น้อย การเกาะตัวของเนื้อวัสดุกับผนังทดสอบในระดับ น้อย และน้ำหนักของวัสดุขณะขึ้นรูปในระดับ น้อย

### ตารางที่ 3 ทดสอบระยะเวลาในการแห้งตัวของวัสดุ

วัสดุทดสอบ	ระยะเวลาในการแห้งตัว (ชั่วโมง)				
	1	3	6	12	24
1) วัสดุทดสอบการขึ้นรูปแบบมีไม้ไผ่เป็นโครงสร้างภายใน	ยังไม่แห้ง	ยังไม่แห้ง	เริ่มแห้ง	แห้ง	แห้ง
2) วัสดุทดสอบการขึ้นรูปแบบมีแผ่นไม้ไผ่ผนังเป็นโครงสร้าง	ยังไม่แห้ง	เริ่มแห้ง	แห้ง	แห้ง	แห้ง
3) วัสดุทดสอบการขึ้นรูปแบบไม่มีโครงสร้าง	ยังไม่แห้ง	ยังไม่แห้ง	ยังไม่แห้ง	ยังไม่แห้ง	ยังไม่แห้ง

ระยะเวลาในการแห้งตัวของวัสดุ พบว่า วัสดุทดสอบการขึ้นรูปแบบมีไม้ไผ่เป็นโครงสร้างภายใน เริ่มแห้งตัวในชั่วโมงที่ 6 วัสดุทดสอบการขึ้นรูปแบบมีแผ่นไม้ไผ่ผนังเป็นโครงสร้าง เริ่มแห้งตัวในชั่วโมงที่ 3 และวัสดุทดสอบการขึ้นรูปแบบไม่มีโครงสร้างไม่แห้งตัวในเวลา 24 ชั่วโมง

เนื้อดินมูลกระบือบ้านหนองโนใต้ ตำบลนาคูน อำเภอนาคูน จังหวัดมหาสารคาม มีการหดตัวเฉลี่ยที่ 3-5 เปอร์เซ็นต์ แต่การหดตัวนั้นจะขึ้นอยู่กับการนำวัสดุไปใช้งาน จากการทดสอบพบว่า หากนำดินมูลกระบือไปใช้ในบริเวณน้อยหรือนำไปใช้เป็นวัสดุอุดรูเนื้อดินที่ใช้จะไม่มีการหดตัว แต่หากนำเนื้อดินไปใช้เป็นวัสดุปิดผิวหรือฉาบปิดผนัง หรือนำไปก่อขึ้นรูปโดยตรงเนื้อดินจะมีการหดตัวดังภาพประกอบจากการทดสอบ

## 4. ผลการศึกษาและการวิจารณ์

งานวิจัยเรื่อง คุณสมบัติผนังดินมูลกระบือ บ้านหนองโนใต้ ตำบลนาคูน อำเภอนาคูนจังหวัดมหาสารคาม เป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นในการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุ เพื่อนำมาบูรณาการกับการเรียนการสอนด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถอุตสาหกรรม ในหลักสูตรนฤมิตรศิลป์ ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการถ่ายทอดความรู้จากการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุจนนำไปสู่การנסาธิต และการทดลองขึ้นรูปด้วยนีสตสาขานฤมิตรศิลป์ ชั้นปีที่ 3 กลุ่มวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์หัตถอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมนอกเวลาเรียน โดยจัดขึ้นเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2561 ที่ห้องปฏิบัติการณัชรามิศา



ภาพที่ 3 กิจกรรมการถ่ายทอดความรู้  
 ที่มา : ผู้นิพนธ์

การประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่เข้าร่วมการถ่ายทอดความรู้และบูรณาการความรู้ในชั้นเรียนของนิสิตชั้นปีที่ 3 มีผลการประเมิน ดังนี้

#### ตารางที่ 4 รายละเอียดการประเมินความพึงพอใจ

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ก่อนเข้าร่วมกิจกรรม	5	4	3	2	1
1.1 ท่านมีความรู้เกี่ยวกับดินมูลกระบือ	-	-	-	2	3
1.2 ท่านเคยสัมผัสหรือใช้งานดินมูลกระบือ	-	-	2	-	3
2. หลังเข้าร่วมกิจกรรม	5	4	3	2	1
2.1 ท่านมีความรู้ความเข้าใจหลังการเข้าร่วมกิจกรรม	4	1	-	-	-
2.2 ท่านสามารถนำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการในงาน	5	-	-	-	-
2.3 ท่านคิดว่าวัสดุชนิดนี้สามารถนำไปสู่การพัฒนาต่อไป	5	-	-	-	-

การประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ พบว่า มีนิสิตเข้าร่วมโครงการชาย 2 คน หญิง 3 คน ก่อนการ เข้าร่วมกิจกรรมผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความรู้เกี่ยวกับดินมูลกระบืออยู่ในระดับ น้อย 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 น้อยมาก 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเคยสัมผัสหรือใช้งานดินมูลกระบืออยู่ในระดับ ปานกลาง 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 น้อยมาก 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 หลังการเข้าร่วมกิจกรรม ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความรู้ความเข้าใจหลังการเข้าร่วมกิจกรรมอยู่ในระดับ มากที่สุด 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80 มาก 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ผู้เข้าร่วมโครงการสามารถนำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการในงานอยู่ในระดับ มากที่สุด 5 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และผู้เข้าร่วมโครงการคิดว่าวัสดุชนิดนี้สามารถนำไปสู่การพัฒนาต่อไปอยู่ในระดับ มากที่สุด 5 คน คิดเป็นร้อยละ 100

## 5. สรุป

### 5.1 ส่วนผสมของดินมูลกระบือ

ดินมูลกระบือบ้านกนงโนไต้้นมีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วน ประกอบไปด้วยมูลกระบือ และดินจอมปลวก โดยมีส่วนเป็นตัวทำละลาย ซึ่งมูลกระบือมีส่วนประกอบหลัก ประกอบไปด้วย เส้นใยของพืชซึ่งเป็นอาหารของสัตว์เลี้ยง ซึ่งเส้นใยมีส่วนประกอบหลักที่ประกอบไปด้วย เซลลูโลส ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ในพืช เกิดจากกลูโคสมาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว แต่ละสายของเซลลูโลสเรียงขนานกันไป มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสาย ทำให้มีลักษณะเป็นเส้นใย สะสมไว้ในพืชไม่พบในเซลล์สัตว์ เซลล์ลูโลสไม่ละลายน้ำและร่างกายของมนุษย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ แต่ในกระเพาะของวัว ควาย ม้า และสัตว์ที่เ้ามีกีบ มีแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสให้เป็นกลูโคสได้ เซลลูโลส มีส่วนประกอบ ทางเคมีพวกคาร์โบไฮเดรต (สารพวกเดียวกับแป้งและน้ำตาล) โมเลกุลใหญ่ ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลเดี่ยวที่สูญน้ำไป 1 โมเลกุลเชื่อมต่อกันหลาย ๆ โมเลกุล ย่อยสลายตัวได้ยาก โมเลกุลของเซลลูโลสเรียงตัวกันในผนัง-เซลล์ของพืช เป็นหน่วยเส้นใยขนาดเล็กมากเกาะจับตัวกันเป็นเส้นใย เฮมิเซลลูโลส เป็นองค์ประกอบหลักอย่างหนึ่งของผนังเซลล์พืช (ประมาณหนึ่งในสามถึงหนึ่งในสี่ส่วนของพืช) และปริมาณของเฮมิเซลลูโลสนี้จะแตกต่างกันตามชนิดของพืช เฮมิเซลลูโลสมีคุณสมบัติเป็นคาร์โบไฮเดรต ประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ประกอบด้วยน้ำตาลหลายชนิด เช่น น้ำตาลไซโลส น้ำตาลแมนโนส กาแล็กโทสหรือกลูโคส น้ำตาลอะราบินอส เป็นต้น จัดเป็นเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ มีความสามารถในการอุ้มน้ำ และดินจอมปลวกมีลักษณะทางกายเป็นดินร่วนปนดินเหนียว และมีสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลเข้ม มีค่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 4.7-7.2 น้ำไฟฟ้ามี่ค่าสูงกว่าดินประเภทอื่น ๆ ดินจอมปลวกมีความหนาแน่น

รวมสูง เมื่อนำวัสดุทั้งสองมาผสมเข้าด้วยกัน ในอัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตรถ้วยตวงจะได้วัสดุที่มีคุณสมบัติสำหรับการใช้งานอุดรูรั่วหรือฉาบผนัง

## 5.2 คุณสมบัติของดินมูลกระบือ

### 5.2.1 คุณสมบัติการขึ้นรูปแบบมีโครงสร้างไม้ไผ่ภายใน

ในพื้นที่วิจัยชาวบ้านใช้ไม้ไผ่ ซึ่งเป็นไม้ท้องถิ่น หาง่าย มาสานเป็นโครงสร้างผนังอาคาร ก่อนที่จะนำดินมูลกระบือมาทาทับ หรือฉาบทับบนแผ่นไม้ไผ่ การนำวัสดุดินมูลกระบืออัดเข้ากับผนังไม้ไผ่สาน สามารถขึ้นรูปดินมูลกระบือได้ง่าย โดยลูบหรืออัดลากมือไปแนวขวางของผนังไม้ไผ่ เมื่อนำไม้ไผ่มาสานขัดกันลักษณะเป็นลายหนึ่ง จะเกิดช่องว่างระหว่างไม้ไผ่แต่ละซี่ ทำให้ดินมูลกระบือสามารถเกาะติดได้ง่ายกว่าอัดหรือลูบมือตามแนวตั้ง จากการทดลองการขึ้นรูปแบบนี้ผู้วิจัยเพิ่มน้ำเข้าไปในส่วนของดินอีก 1 ส่วน เนื่องจากเนื้อดินมูลกระบือที่ใช้เดิมมีความหนืดขึ้นรูปอยาก กล่าวโดยสรุปคือใช้น้ำทั้งสิ้น 3 ส่วน ดินจอมปลวก 1 ส่วน มูลกระบือหรือมูลโค 1 ส่วน แล้ทิศทางของดาร์อัดมีผลต่อการขึ้นรูปจากการทดลอง

### 5.2.2 คุณสมบัติการขึ้นรูปแบบมีโครงสร้างเป็นผนังไม้

การใช้ดินมูลกระบือเป็นวัสดุอุดรูรั่วของผนังไม้ มักจะเป็นผนังของยุงฉางที่ชาวบ้านจะใช้ดินมูลกระบือเข้าไปอุดรูรั่ว การใช้งานดินมูลกระบือกับผนังไม้ในลักษณะการนำไปอุดรูหรือรอยแตกของไม้ การอุดรูลักษณะเป็นรูนี้จำเป็นต้องใช้ดินมูลกระบือที่มีส่วนผสม น้ำ 2 ส่วน มูลกระบือหรือมูลโค 1 ส่วน ดินจอมปลวก 1 ส่วน เนื่องจากถ้าใช้น้ำมากกว่าดินวัสดุไม้ไม่คงรูป อัดหรืออุดรูยาก

### 5.2.3 คุณสมบัติการขึ้นรูปแบบไม่มีโครงสร้าง

อาศัยการขึ้นรูปด้วยตัววัสดุเองเป็นการจำลองช่องระหว่างเสาอาคารที่ไม่มีโครงสร้าง ถูกเปิดโล่ง การขึ้นรูปลักษณะนี้ใช้เวลาานาน เนื่องจากต้องรอให้ดินชั้นแรกคงรูป จึงจะขึ้นชั้นถัดไปได้ และการขึ้นรูปด้วยตัววัสดุเอง ต้องผสมดินมูลกระบือให้มีลักษณะเข้มข้นใช้น้ำน้อยจึงจะสามารถขึ้นรูปได้ การขึ้นรูปลักษณะนี้ต้องมีการวางแผนหรือปั้นดินเป็นก้อน ๆ ผึ่งลมรอให้ดินหมาดก่อนจะนำมาขึ้นรูปได้ จึงไม่เหมาะสมในการใช้งานเป็นวัสดุก่อผนัง

### 5.2.4 คุณสมบัติในการแห้งตัวของดินมูลกระบือ

ดินมูลกระบือที่ขึ้นรูปแบบมีไม้ไผ่เป็นโครงสร้างภายใน เริ่มแห้งตัวในชั่วโมงที่ 6 ดินมูลกระบือที่ขึ้นรูปแบบมีแผ่นไม้ฝาผนังเป็นโครงสร้าง เริ่มแห้งตัวในชั่วโมงที่ 3 และดินมูลกระบือที่ขึ้นรูปแบบไม่มีโครงสร้างไม่แห้งตัวในเวลา 24 ชั่วโมง

### 5.2.5 การหดตัวของเนื้อดินมูลกระบือบ้านหนองโนใต้ ตำบลนาอุดม อำเภอนาอุดม จังหวัดมหาสารคาม

มีการหดตัวเฉลี่ยที่ร้อยละ 3-5 แต่การหดตัวนั้นจะขึ้นอยู่กับ การนำวัสดุไปใช้งาน หากนำดินมูลกระบือไปใช้ในบริเวณน้อยหรือนำไปใช้เป็นวัสดุอุดรูเนื้อดินที่ใช้จะไม่มีการหดตัว แต่หากนำเนื้อดินไปใช้เป็นวัสดุปิดผิวหรือฉาบปิดผนัง หรือนำไปก่อขึ้นรูปโดยตรงเนื้อดินจะมีการหดตัว

วัสดุดินมูลกระบือ ที่ศึกษาในพื้นที่บ้านหนองโนใต้ นั้นพบว่าคุณสมบัติที่น่าสนใจในการนำวัสดุนี้มาสู่การออกแบบประกอบ ความเหนียวที่เป็นคุณสมบัติหลักที่ช่วยให้วัสดุสามารถยึดเกาะในการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ อัตราการหดตัวที่ต่ำ จากการศึกษาอยู่ที่ร้อยละ 3-5 นั้นหมายความว่าหากนำวัสดุชนิดนี้ไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ขนาดของผลิตภัณฑ์นั้นจะมีอัตราเบี่ยงเบนที่เกิดจากการหดตัวของวัสดุน้อย ไม่ต้องใช้วัสดุมากเพื่อให้ผลิตภัณฑ์หดตัวแล้วได้ขนาดตามที่ต้องการ อีกประการคือคุณสมบัติการเป็นวัสดุติดท้องถิ่น หาง่าย ไม่มีค่าใช้จ่าย จะเห็นได้ว่าการออกแบบนั้นปัจจุบันวัสดุจะต้องซื้อเข้ามาใช้งาน นั้นหมายความว่าต้นทุนในการผลิตที่ไม่สามารถควบคุมได้

## 5.2.6 การบูรณาการกับการเรียนการสอน

นิสิตเข้าร่วมโครงการชาย 2 คน หญิง 3 คน ก่อนการเข้าร่วมกิจกรรมผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความรู้เกี่ยวกับดินมูลกระบืออยู่ในระดับ น้อย 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 น้อยมาก 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเคยสัมผัสหรือใช้งานดินมูลกระบืออยู่ในระดับ ปานกลาง 2 คน คิดเป็นร้อยละ 40 น้อยมาก 3 คน คิดเป็นร้อยละ 60 หลังการเข้าร่วมกิจกรรม ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีความรู้ความเข้าใจหลังการเข้าร่วมกิจกรรมอยู่ในระดับ มากที่สุด 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80 มาก 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ผู้เข้าร่วมโครงการสามารถนำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการใช้งานอยู่ในระดับ มากที่สุด 5 คน คิดเป็นร้อยละ 100 และผู้เข้าร่วมโครงการคิดว่าวัสดุชนิดนี้สามารถนำไปสู่การพัฒนาต่อไปอยู่ในระดับ มากที่สุด 5 คน คิดเป็นร้อยละ 100

## 6. ข้อเสนอแนะ

### 6.1 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิชาการ

งานวิจัยฉบับนี้จากการศึกษาผู้วิจัยมีข้อเสนอเกี่ยวกับงานวิชาการในประเด็นสนามวิจัย เป็นพื้นที่ที่เรียกร้องให้มีการศึกษาวิจัยด้านมนุษยศาสตร์ (วิจัยเชิงคุณภาพ) ที่มุ่งเน้นการนำแนวคิดประกอบงานวิจัย เช่น แนวคิดเกี่ยวกับอัตลักษณ์วัฒนธรรม (Cultural Identity)

### 6.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาต่อยอด

งานวิจัยฉบับนี้จากการศึกษาผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาต่อยอดในส่วนที่ว่า วัสดุดินมูลกระบือนั้นมีส่วนประกอบและคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ อาทิเช่น การพัฒนาต่อยอดให้เป็นวัสดุก่อผนังอาคาร อันเนื่องจากวัสดุเดิมนั้นถูกนำไปใช้เป็นส่วนก่อสร้างผนังอาคารอยู่แล้ว หากมีการปรับปรุงพัฒนาส่วนประกอบ รวมถึงกระบวนการผลิต และนำไปพัฒนาต่อเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทของตกแต่งด้วยการอัดขึ้นรูปได้

## 7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง คุณสมบัติผนังดินมูลกระบือ บ้านหนองโนใต้ ตำบลนาตุน อำเภอนาตุน จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยขอขอบคุณทางคณะผู้บริหาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ฝั่งเมืองและภูมิสถาปัตย์ ที่อนุมัติให้ทุนในการทำวิจัยฉบับนี้

งานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยต้องขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งด้านการให้ข้อมูล นางลงสนามวิจัยอันประกอบไปด้วยแม่อาจ (นางอภิญา เหล่าม่วง) ผู้มีเมตตาให้ข้อมูล นางลงสนาม เป็นผู้ประสานงานกับคนในชุมชนล่วงหน้าก่อนผู้วิจัยลงสนามวิจัยทุกครั้ง ครูเชียง (นายปรีชา การุณ) ผู้บุกเบิกสร้างโรงละครหมอลำหุ่นเพื่อชุมชน โสม ทอง ศรี อุบลมณี ผู้มีจิตรพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศ ผ่านกิจกรรมสร้างสรรค์ทั้งการแสดงละครหุ่น ทั้งการออกแบบประดิษฐ์สร้างหุ่นละครที่มีเอกลักษณ์ อัตลักษณ์อันเฉพาะตัว คุณยายศรี (คุณยายสมศรี พาดีจันทร์) คุณยายผู้ให้อภัยใหญ่ ให้ทั้งพื้นที่การสร้างโรงละครเพื่อเด็กๆ ให้ทั้งการดูแลอุปการะเด็กๆ ทุกคนรวมทั้งผู้วิจัย ทั้งท่านยังมีเมตตาอนุเคราะห์ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้

## 8. เอกสารอ้างอิง

กัลยา บุญญาณัฐ และคณะ. (ม.ป.ป.). *ถ่านชีวภาพมูลโคเพื่อ : ลดก๊าซเรือนกระจกและกำจัดความยากจน.*

กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กระป๋องโรงงานปุ๋ยเคลื่อนที่. (ม.ป.ป.). *ปุ๋ยคอก.* [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://pirun.ku.ac.th/> [สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2561].

ชาติ ชายแดนใต้. (ม.ป.ป.). *เรื่องของขี้วัว.* [ออนไลน์]. ได้จาก: [http://tulyakul.blogspot.com/2014/05/blog-post\\_20.html](http://tulyakul.blogspot.com/2014/05/blog-post_20.html) [สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2561].

เซลลูโลส. (ม.ป.ป.). *องค์ประกอบต้นไม้.* [ออนไลน์]. ได้จาก: [http://www.digitalschool.club/digitalschool/science1\\_2\\_2/science2\\_1/more/cellulose\\_1.php](http://www.digitalschool.club/digitalschool/science1_2_2/science2_1/more/cellulose_1.php) [สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2561].

ชายูกร พระบำรุง และคณะ. (2559). สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินจอมปลวกบางประการที่เป็นประโยชน์ต่อการปลูกผักที่บ้านดอนจำปา ตำบลโพงาม อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม. *ในการประชุมวิชาการ “มหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย” ครั้งที่ 12.* (น. 619-629). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ธิดารัตน์ ศรีผดุง และทองคำ ชูคำราม. (2560). *การศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้ปุ๋ยมูลสัตว์จาก โค ไก่ และสุกร ในการพัฒนาการปลูกบวบเหลี่ยมสายพันธุ์การค้า.* วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

บ้านหนึ่งกัน. (ม.ป.ป.). *คุณสมบัติของ เสมิเซลลูโลส.* [ออนไลน์]. ได้จาก: <https://www.ban1gun.com> [สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2561].

ภาวดี เมธะคานนท์. (ม.ป.ป.). *การสกัดแยกและวิเคราะห์เฮมิเซลลูโลสจากหญ้าแฝก.* [ออนไลน์]. [http://www2.mtec.or.th/th/searchsys/search\\_proj/detail.asp?proj\\_id=MT-S-45-POL-07-190-I&lang=1](http://www2.mtec.or.th/th/searchsys/search_proj/detail.asp?proj_id=MT-S-45-POL-07-190-I&lang=1) [สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2561].

โศภณา ศรีจำปา. (ม.ป.ป.). *สรรพคุณครอบจักรวาลของมูลวัวที่อินเดีย.* [ออนไลน์]. ได้จาก: <https://www.gotoknow.org/posts/180319> [สืบค้นเมื่อ 3 ธันวาคม 2561].

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ และคณะ. (ม.ป.ป.). *สมบัติของดินจอมปลวกที่จำกัดความเจริญเติบโตของพืช.* ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

## สัมภาษณ์

นางสมศรี พาศิจันทร์. (3 กันยายน 2559). สัมภาษณ์. ผู้อาวุโส. บ้านหนองโนใต้ ตำบลนาตุน  
อำเภอนาตุน จังหวัดมหาสารคาม.

นายปรีชา การุณ. (3 กันยายน 2559). สัมภาษณ์. ราษฎร. บ้านหนองโนใต้ ตำบลนาตุน  
อำเภอนาตุน จังหวัดมหาสารคาม.

นางอภิญญา เหล่าม่วง. (3 กันยายน 2559). สัมภาษณ์. ราษฎร. บ้านหนองโนใต้ ตำบลนาตุน  
อำเภอนาตุน จังหวัดมหาสารคาม.