

วารสารวิทยาศาสตร์

วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

JSET
LRU

ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 (2022) : มกราคม - มิถุนายน 2565

Journal of Science,
Engineering and Technology
LOEI RAJABHAT UNIVERSITY

ISSN : 2773-9856 (Online)

วัตถุประสงค์

วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย มีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่บทความวิจัยคุณภาพสูงด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี และเป็นสื่อประสานและส่งข่าวระหว่างเครือข่ายนักวิชาการด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

คณะกรรมการอำนวยการ

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์สมเจตน์ ดวงพิทักษ์ | อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณิ พฤกษา | รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและประกันคุณภาพ |
| 3. ดร.สัญญา เกียรติทรงชัย | ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จารุวัลย์ รักษมณี | คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 5. รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชาย พวงจันทร์ | คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม |

กองบรรณาธิการ

- | | |
|--|-------------------|
| 1. ดร.กิตติ ต้นเมืองปัก | บรรณาธิการ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ แสนประเสริฐ | รองบรรณาธิการ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะพงษ์ ชุมศรี | ผู้ช่วยบรรณาธิการ |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์นภัสสร วงเปรี้ยว | ผู้ช่วยบรรณาธิการ |
| 5. นางสาวพรชนก บุญลับ | ผู้ช่วยบรรณาธิการ |

ผู้ทรงคุณวุฒิประจำกองบรรณาธิการ

- | | |
|---|---|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 2. ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ปิ่นละอ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 3. ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ประมวล | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 4. ศาสตราจารย์ ดร.ธนากร วงศ์วัฒนาเสถียร | สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 5. ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ โควิทวิวัฒน์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม |
| 6. รองศาสตราจารย์ ดร.โอภาส วิชาชีวะ | มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |
| 7. รองศาสตราจารย์ ดร.วาทิ คงบรรทัด | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ |
| 8. รองศาสตราจารย์ ดร.จักรมาส เลหาวิช | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 9. รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติไทย แก้วทอง | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.ต้องจิตร์ ถิ่นชนนาง | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |

- | | |
|---|--|
| 11. รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเสฐียร บุญสูง | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 12. รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เดช สารการ | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 13. รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิธาน พิรพัฒนา | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 14. รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แสงอาทิตย์ | สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี |
| 15. รองศาสตราจารย์ ดร.นนทพงษ์ พลพวก | สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม |
| 16. รองศาสตราจารย์ ดร.อลงกรณ์ พรหมที | สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี |

เจ้าหน้าที่ประจำวารสาร

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. นางสาวอัมภรณ์ หารคำแพง | เจ้าหน้าที่ประจำกองบรรณาธิการ |
| 2. นางสาวอัญชลีพร เนื่องมัจฉา | เจ้าหน้าที่ประจำกองบรรณาธิการ |
| 3. นางทัศนีย์ บุตรเพ็ง | เจ้าหน้าที่ประจำกองบรรณาธิการ |
| 4. นายชนาธิป สุธงชา | เจ้าหน้าที่ประจำกองบรรณาธิการ |



วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
Journal of Science, Engineering and Technology
LOEI RAJABHAT UNIVERSITY

ข้อมูลวารสาร

ชื่อวารสาร	(ภาษาไทย) วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย (ภาษาอังกฤษ) Journal of Science, Engineering and Technology Loei Rajabhat University
หน่วยงานเจ้าของวารสาร	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
เลข ISSN	ISSN : 2773-9856 (Online)
บรรณาธิการ	ดร.กิตติ ต้นเมืองปัก
สถานที่ติดต่อ	234 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตึก 28 มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ถนนเลย-เชียงคาน อำเภอเมือง ตำบลเมือง จังหวัดเลย 42000 เบอร์โทรศัพท์ 042-835224 ต่อ 8 E-mail : Jsetlru@lru.ac.th
เว็บไซต์ของวารสาร	https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JSET/

กระบวนการพิจารณาบทความ

บทความทุกบทความจะต้องผ่านการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญอย่างน้อย 2 ท่าน แบบผู้ทรงคุณวุฒิและผู้แต่งไม่ทราบชื่อกันและกัน (double-blind review)

ประเภทของบทความ

- บทความวิจัย (research article)
- บทความวิชาการ (academic article)
- บทความปริทัศน์ (review article)

ภาษาที่รับตีพิมพ์

ภาษาไทย

กำหนดออกวารสารตีพิมพ์ 2 ฉบับต่อปี

- ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน
- ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม

บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย วารสารฉบับนี้เป็นวารสารปีที่ 2 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน 2565) ได้จัดทำขึ้นโดย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ซึ่งบทความในวารสารเป็นบทความที่ได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย มีวัตถุประสงค์การจัดทำเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เป็นสื่อกลางรายงานความก้าวหน้าทางวิจัย และแลกเปลี่ยนแนวความคิดในการวิจัย การตีพิมพ์ฉบับนี้ กองบรรณาธิการได้พิจารณาบทความวิจัยลงตีพิมพ์เผยแพร่ จำนวน 4 บทความ

ในการนี้ กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ขอเชิญ ชวนนักวิจัย นักวิชาการ นิสิต นักศึกษา เครือข่าย หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ส่งบทความที่ดีมีประโยชน์เผยแพร่ต่อสาธารณชน ในการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งทางวิชาการและพัฒนาต่อยอดต่อไปนี้ หากท่านใดประสงค์ที่จะเป็นสมาชิก สามารถสมัครได้ตามระเบียบการตีพิมพ์แนบท้ายวารสารนี้และเว็บไซต์ <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JSET/>

สารบัญ

บทความวิจัย

การศึกษาหัตถ์ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาในอุทยานแห่งชาติภูแล่นคา จังหวัดชัยภูมิ 1-11

เทียมหทัย ชูพันธ์

การพัฒนาการตุ่นแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อน จากเส้นใยสับปะรด 12-23

แพรวตะวัน จารุตัน, ศุภชัย แซ่ฉิน

ผลของอุณหภูมิอบคั่วที่มีต่อประสิทธิภาพการใช้งานของเม็ดตัดโค่นอ้อย 24-35

ณภัทร อินทนนท์

การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล 36-47

มานพ ดอนหมื่น, อลิษา เกษทองมา, โยธิน สุริยมาตร, เจษฎา คำภูมิ

การศึกษาเห็ดด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาในอุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ

Mushroom Study based on Morphological Characters in

Phu Laen Kha National Park, Chaiyaphum Province

เทียมหทัย ชูพันธ์*

Thiamhathai Chooapan

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย 30000

Biology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University,

Nakhon Ratchasima Province, Thailand 30000

*Corresponding author: thiamhathai@yahoo.com

Received 18 February 2022, Accepted 29 March 2022

บทคัดย่อ

การศึกษาเห็ดในอุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ ดำเนินการระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 – พฤษภาคม พ.ศ. 2562 ด้วยการเดินตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง เพื่อรวบรวมชนิดของเห็ดและจัดจำแนกด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา ผลการศึกษาพบเห็ด จำนวน 31 วงศ์ 55 สกุล 83 ชนิด จำแนกเป็น 3 กลุ่ม คือ เห็ดกินได้ 35 ชนิด เห็ดที่กินไม่ได้และเห็ดพิษ 17 ชนิด และเห็ดที่ไม่ทราบข้อมูล 32 ชนิด วงศ์ที่พบบ่อยมากที่สุด คือ วงศ์ Polyporaceae จำนวน 12 ชนิด รองลงมาคือวงศ์ Marasmiaceae จำนวน 11 ชนิด วงศ์ Boletaceae จำนวน 10 ชนิด และวงศ์ Amanitaceae จำนวน 9 ชนิด ตามลำดับ จัดเป็นเห็ดผู้ย่อยสลาย 20 วงศ์ 48 ชนิด และเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 11 วงศ์ 35 ชนิด

คำสำคัญ: ชนิดเห็ด สัณฐานวิทยา อุทยานแห่งชาติภูแลนคา ชัยภูมิ

ABSTRACT

The study of mushrooms in Phu Laen Kha National Park, Chaiyaphum Province was conducted between June 2018 and May 2019 along natural trails in dry dipterocarp forest, mixed deciduous forest, and dry evergreen forest. The objective was to record mushroom species and identify based on morphological characters. The result showed 31 families, 55 genera, and 83 species of mushrooms. They were classified into 3 groups, i.e. 35 of edible species, 17 of inedible and poisonous species, and 32 of insufficient data species. The most common families is Polyporaceae as 12 species, followed by Marasmiaceae as 11 species, Boletaceae as 10 species, and Amanitaceae as 9 species, respectively. There were 20 families, 48 species of saprophytic mushroom and 11 families, 35 species of ectomycorrhizal mushroom.

Keywords: Mushroom species, Morphology, Phu Laen Kha National Park, Chaiyaphum

เห็ดเป็นราขนาดใหญ่ที่ช่วยย่อยสลายซากพืชและมูลสัตว์อันเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชในพื้นที่ป่าเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ยังมีเห็ดที่ต้องอาศัยอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ หรืออาศัยอาหารจากรากพืชหลายชนิดในธรรมชาติ ซึ่งมนุษย์เรารู้จักและนำเห็ดมาประกอบอาหารเป็นเวลานานแล้ว อย่างไรก็ตาม เห็ดในธรรมชาติมีทั้งเห็ดที่รับประทานได้และเห็ดพิษ นอกจากนี้ เห็ดบางชนิดยังมีสรรพคุณเป็นยา [1]

ความหลากหลายของเห็ดในป่าเมืองไทยแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพื้นที่ ป่าในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น อุทยานแห่งชาติภูเรือ จังหวัดเลย อุทยานแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนคร อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา มีความหลากหลายของชนิดเห็ดแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดพรรณไม้ที่มีอยู่ในป่า ชนิดของป่า และความอุดมสมบูรณ์ของป่า [2] อุทยานแห่งชาติภูแลนคา มีสภาพพื้นที่เป็นแนวเขาทอดยาวของเทือกเขาภูแลนคา ภูเขียว และภูค่าน้อย มีเนื้อที่ 125, 312 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 4 อำเภอในจังหวัดชัยภูมิ ได้แก่ อำเภอเมืองชัยภูมิ อำเภอหนองบัวแดง อำเภอเกษตรสมบูรณ์ และอำเภอบ้านเขว้า เป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์ประกอบด้วย ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง และทุ่งหญ้า [3] ซึ่งที่ผ่านมาได้มีการศึกษาพบว่ามีพืชหลากหลายชนิด โดยเฉพาะพรรณไม้เด่นของป่าเต็งรัง ได้แก่ เต็ง รัง เหียง และพลวง [4-5] จึงทำให้พบเห็ดได้ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะเห็ดกินได้ และประชาชนโดยรอบพื้นที่นิยมเข้าไปเก็บเห็ดเพื่อนำมารับประทานและจำหน่ายอย่างแพร่หลายในช่วงเดือนมิถุนายน - กันยายน ของทุกปี เช่น เห็ดระโงกเหลือง เห็ดระโงกขาว เห็ดน้ำหมาก เห็ดตะไคล เป็นต้น การศึกษาเพื่อให้ทราบชนิดและแหล่งอาศัยเป็นข้อมูลสำคัญเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ด้านแหล่งเรียนรู้ การใช้เป็นยา และอาหารในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

สำรวจเห็ดตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติในป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบแล้ง อุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2561 – พฤษภาคม พ.ศ. 2562 ถ่ายภาพและเก็บข้อมูล เพื่อใช้ในการจำแนกเห็ดด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาในภาคสนาม เช่น รูปร่างของดอกเห็ด ขนาด สี ครีบ ก้าน วงแหวน เกล็ด และแหล่งกำเนิดเห็ด จำแนกและระบุชนิดของเห็ดตามหนังสือ เอกสาร และสื่ออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น คู่มือการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ด เห็ดป่าเมืองไทย: ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ [1-2] คู่มือการศึกษาความหลากหลายเห็ด เห็ดและราในประเทศไทย เห็ดในประเทศไทย ความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย Global Biodiversity Information Facility; GBIF และ Index Fungorum [6-11]

ผลการวิจัย

ผลการสำรวจเห็ดในอุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ พบเห็ดจำนวน 31 วงศ์ 55 สกุล 83 ชนิด จำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ เห็ดกินได้ (Edible mushroom) จำนวน 35 ชนิด เช่น เห็ดระโงกเหลือง (*Amanita hemibapha* (Berk. & Broome) Sacc.) เห็ดระโงกขาว (*Amanita princeps* Corner & Bas) เห็ดน้ำหมาก (*Russula emetica* (Schaeff.) Pers.) เห็ดตะไคลเขียว (*Russula virescens* (Schaeff.) Fr.) เห็ดที่กินไม่ได้แต่ไม่มีข้อมูลว่าเป็นพิษ (Inedible mushroom) และเห็ดพิษ (Poisonous mushroom) จำนวน 17 ชนิด เช่น เห็ดกระดิ่งหยก (*Entoloma virescens* (Sacc.) E. Horak ex Courtec.) เห็ดระโงกศรีชมพู (*Amanita longistriata* S. Imai) เห็ดกระดุมทอง (*Scleroderma citrinum* Pers.) และเห็ดที่ไม่ทราบข้อมูล (No data or Insufficient data) จำนวน 32 ชนิด (Table 1 & Figure 1)

วงศ์ของเห็ดที่สำรวจพบมากที่สุด ได้แก่ วงศ์ Polyporaceae จำนวน 12 ชนิด รองลงมาคือวงศ์ Marasmiaceae จำนวน 11 ชนิด วงศ์ Boletaceae จำนวน 10 ชนิด และวงศ์ Amanitaceae จำนวน 9 ชนิด ตามลำดับ ส่วนเห็ดในวงศ์ Auriculariaceae Callistosporiaceae Clariaceae Clariadelphaceae Crepidotaceae Dacrymycetaceae Entolomataceae Fomitopsidaceae Geastraceae Hygrophoraceae Lycoperdaceae Meruliaceae Nidulariaceae Omphalotaceae Phallaceae Psathyrellaceae Schizophyllaceae Stereaceae Thelephoraceae Tremellaceae และ Xylariaceae พบเพียงวงศ์ละ 1 ชนิด

จำแนกเห็ดตามแหล่งอาศัยออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เห็ดที่พบบนพื้นดิน 58 ชนิด เห็ดที่พบบนซากพืช 1 ชนิด และเห็ดที่พบบนขอนไม้ 24 ชนิด จัดเป็นเห็ดผู้ย่อยสลาย 20 วงศ์ 48 ชนิด และเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา 11 วงศ์ 35 ชนิด

ตารางที่ 1 Mushrooms in Phu Laen Kha National Park, Chaiyaphum Province

No.	Family	Scientific name	Local name	Habitat	Group
1	Agaricaceae**	<i>Agaricus trisulphuratus</i>	เห็ดกระดุม	Ground	ND
		Berk.	ทองเหลือง		
2		<i>Calvatia boninensis</i> S. Ito	เห็ดจาวมะพร้าว	Ground	ED
		& S. Imai			
3		<i>Cystoagaricus</i>	เห็ดทาสีส้ม	Ground	ND
		<i>trisulphuratus</i> (Berk.) Singer			
4		<i>Leucoagaricus</i> sp.	-	Ground	ND
5		<i>Leucocoprinus bimbaumii</i>	เห็ดยวงขนุน	Ground	PO
		(Corda) Singer			
6		<i>Leucocoprinus fragilissimus</i>	เห็ดดาวกระจาย	Ground	IN
		(Berk. & M. A. Curtis) Pat.			
7		<i>Macrolepiota mastoidea</i>	เห็ดยุง เห็ดนกยูง	Ground	ED
		(Fr.) Singer			
8	Amanitaceae***	<i>Amanita griseofarinoso</i>	เห็ดดอกเลา	Ground	ND
		Hongo			
9		<i>Amanita gymnopus</i> Corner	เห็ดเหินเปื้อ	Ground	ND
		& Bas			
10		<i>Amanita hemibapha</i> (Berk.	เห็ดระโงกเหลือง	Ground	ED
		& Broome) Sacc.			
11		<i>Amanita hemibapha</i> (Berk.	เห็ดไข่ไก่	Ground	ED
		& Broome) Sacc. Subsp.			
		<i>Hemibapha</i>			
12		<i>Amanita longistriata</i> S.	เห็ดระโงกศรีบ	Ground	PO
		Imai	ชมพู่		
			เห็ดไข่ศรีบชมพู่		

No.	Family	Scientific name	Local name	Habitat	Group
13		<i>Amanita mira</i> Corner & Bas	เห็ดระโงก ดอกสำน	Ground	PO
14		<i>Amanita onusta</i> (Howe) Sacc.	เห็ดเกลื้อ	Ground	ND
15		<i>Amanita princeps</i> Corner & Bas	เห็ดระโงกขาว	Ground	ED
16		<i>Amanita pseudoporphyria</i> Hongo	เห็ดระโงกพอก ขาว	Ground	ED
17	Auriculariaceae**	<i>Auricularia nigricans</i> (Sw.) Birkebak, Looney & Sánchez-García	เห็ดหูหนู	Ground	ED
18	Boletaceae***	<i>Boletellus chrysenteroides</i> (Snell) Snell	เห็ดตับเต่า	Soil	ED
19		<i>Boletellus emodensis</i> (Berk.) Singer	เห็ดปอดม้า เห็ด ผึ้งนกยูง	Ground	ED
20		<i>Boletus albisulphureus</i> (Murrill) Murrill	เห็ดผึ้งฝ้ายขาว เหลือง	Ground	ED
21		<i>Boletus edulis</i> Bull.	เห็ดผึ้งหวาน เห็ด ผึ้งขาว	Ground	ED
22		<i>Boletus</i> sp.	เห็ดตับเต่า	Ground	ND
23		<i>Heimioporus japonicus</i> (Hongo) E. Horak	เห็ดปอดม้าตาข่าย แดง	Ground	ED
24		<i>Heimioporus mandarinus</i> (Ces.) E. Horak	เห็ดปอดม้าปากรู แดง อมส้ม	Ground	ED
25		<i>Retiboletus ornatipes</i> (Peck) Manfr. Binder & Bresinsky	เห็ดตับเต่า	Ground	ED
26		<i>Tylopilus griseipurpureus</i> (Corner) E. Horak	เห็ดเสม็ด เห็ดผึ้ง คา เห็ดผึ้งชม	Ground	ED
27		<i>Xerocomellus chrysenteron</i> (Bull.) Šutara	เห็ดตับเต่ากระแดง	Ground	ND

No.	Family	Scientific name	Local name	Habitat	Group
28	Callistosporiaceae**	<i>Macrocybe crassa</i> (Sacc.) Pegler & Lodge	เห็ดตีนแรด	Ground	ED
29	Clavariaceae***	<i>Clavulinopsis helvola</i> (Pers.) Corner	เห็ดปะการังหนาม เหลือง เห็ดปะการังเข็ม เหลืองทอง	Ground	ED
30	Clavariadelphaceae** *	<i>Clavariadelphus pistillaris</i> (L.) Donk	เห็ดกระบองเหลือง	Ground	ND
31	Crepidotaceae**	<i>Crepidotus</i> sp.	-	Wood	ND
32	Dacrymycetaceae**	<i>Dacryopinax spathularia</i> (Schwein.) G. W. Martin	เห็ดวุ้นใบพาย	Wood	ED
33	Diplocystaceae***	<i>Astraeus asiaticus</i> Phosri, M. P. Martín & Watling	เห็ดเผาะฝ้าย เห็ดถอบฝ้าย	Ground	ED
34		<i>Astraeus hygrometricus</i> (Pers.) Morgan	เห็ดถอง เห็ดเหียง เห็ดเผาะ	Ground	ED
35	Entolomataceae***	<i>Entoloma virescens</i> (Sacc.) E. Horak ex Courtec.	เห็ดกระดิ่งหยก	Ground	PO
36	Fomitopsidaceae**	<i>Laetiporus gilbertsonii</i> Burds.	เห็ดหิ้งเหลืองก้าน มะถันทองขาว	Wood	ND
37	Geastraceae**	<i>Geastrum mirabile</i> Mont	เห็ดดาวดินเล็ก	Ground	ND
38	Hygrophoraceae***	<i>Hygrocybe miniata</i> (Fr.) P. Kumm.	เห็ดเข็มหมุดแดง	Ground	ND
39	Inocybaceae***	<i>Pseudosperma rimosum</i> (Bull.) Matheny & Esteve-Rav.	เห็ดหมวกจีน	Ground	PO
40		<i>Inocybe</i> sp.	-	Ground	PO
41	Lycoperdaceae**	<i>Apioperdon pyriforme</i> (Schaeff.) Vizzini	เห็ดลูกฟุ้งขนไม้	Wood	ED
42	Marasmiaceae**	<i>Crinipellis zonata</i> (Peck.) Sacc.	เห็ดครีบบวมวง	Wood	ND
43		<i>Marasmius araneocephalus</i> Wannathes, Desjardin & Lumyong	-	Ground	ND
44		<i>Marasmius jasminodorus</i> Wannathes, Desjardin & Lumyong	เห็ดร่มแดงหอม	Ground	ND

No.	Family	Scientific name	Local name	Habitat	Group
45		<i>Marasmius haematocephalus</i> (Mont.) Fr.	เห็ดร่มเหลืองก้าน ลวดดำ	Wood	ND
46		<i>Marasmius maximus</i> Hongo	-	Wood	ND
47		<i>Marasmius pulcherripes</i> Peck	-	Ground	ND
48		<i>Marasmius siccus</i> Schwein. ex Fr.	เห็ดเฟืองล่อสีส้ม เห็ดคันจ้องดุมล่อสี ส้ม	Wood	ND
49		<i>Marasmius</i> sp. 1	-	Ground	ND
50		<i>Marasmius</i> sp. 2	-	Leaf litter	ND
51		<i>Pleurocybella porrigens</i> (Pers.) Singer	-	Wood	ND
52		<i>Trogia infundibuliformis</i> Berk. & Broome	เห็ดกรวยแก้ว	Ground	ND
53	Meruliaceae**	<i>Podoscypha</i> sp.	-	Wood	ND
54	Nidulariaceae**	<i>Cyathus striatus</i> (Huds.) Willd.	เห็ดรังนกขอบจีบ เห็ดรังนกขอบร่อง	Wood	ND
55	Omphalotaceae**	<i>Collybia</i> sp.	-	Wood	ND
56	Phallaceae**	<i>Phallus indusiatus</i> Vent.	เห็ดร่างแหกระโปรง ยาว	Ground	ED
57	Polyporaceae**	<i>Ganoderma aetii</i> (Steyaert) Zmitr.	เห็ดจวักงูใหญ่	Ground	IN
58		<i>Ganoderma calidophilum</i> J. D. Zhao, L. W. Hsu et X. Q. Zhang	เห็ดหลินจือขอบ เหลือง	Ground	ED*
59		<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis) P. Karst.	เห็ดนางกวัก เห็ด จวักงู	Ground	ED*
60		<i>Ganoderma tropicum</i> (Jungh.) Bres.	เห็ดหมื่นปี เห็ด หลินจือ เห็ดหลินจือดอกซ้อน	Wood	ED*
61		<i>Lentinus brumalis</i> (Pers.) Zmitr.	-	Wood	ND
62		<i>Microporus xanthopus</i> (Fr.) Kuntze	เห็ดหิ้งกรวย	Wood	IN
63		<i>Panus</i> sp.	เห็ดกรวยจีบ	Ground	ED
64		<i>Polyporus arcularius</i> (Batsch) Fries	เห็ดทองกรวยตะกู่	Wood	IN
65		<i>Pycnoporus sanguineus</i> (L.) Murrill	เห็ดขอนแดง เห็ดหิ้งสนิมเหล็ก	Wood	IN
66		<i>Lenzites betulinus</i> (L.) Fr.	เห็ดหิ้งพัดเหลือง	Ground	IN
67		<i>Trametes elegans</i> (Spreng.) Fr.	เห็ดกบหอยขาว	Wood	IN

No.	Family	Scientific name	Local name	Habitat	Group
68		<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	เห็ดหิ้งหลากสี	Wood	ND*
69	Psathyrellaceae**	<i>Coprinellus disseminatus</i> (Pers.) J. E. Lange	เห็ดหมวกคุ่ม	Ground	ED
70	Russulaceae***	<i>Russula alboareolata</i> Hongo.	เห็ดน้ำแป้ง เห็ดหน้าขาว	Ground	ED
71		<i>Russula delica</i> Fr.	เห็ดหล่มขาว เห็ดตะไคลขาว	Ground	ED
72		<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers.	เห็ดน้ำหมาก	Ground	ED
73		<i>Russula sanguinaria</i> (Schumacher.) Rauschert.	เห็ดแดงกุหลาบ เห็ดแดง	Ground	ED
74		<i>Russula virescens</i> (Schaeff.) Fr.	เห็ดหล่มสีกุหลาบ เห็ดหล่มเขียว เห็ดตะไคลเขียว เห็ดหล่มเขียวตก กระ	Ground	ED
75	Schizophyllaceae**	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	เห็ดตีนตุ๊กแก เห็ดแครง	Wood	ED
76	Sclerodermataceae***	<i>Pisolithus arhizus</i> (Scop.) Rauschert	เห็ดก้อนกรวด	Ground	ND
77		<i>Scleroderma citrinum</i> Pers.	เห็ดกระดุมทอง เห็ดก้อนกรวด เห็ดก้อนฝุ่นเหลือง ทอง	Ground	PO
78	Stereaceae**	<i>Xylobolus spectabilis</i> (Klotzsch) Boidin	เห็ดหูไม้	Wood	IN
79	Thelephoraceae***	<i>Thelephora anthocephala</i> (Bull.) Fr.	เห็ดปะการังตีนเป็ด	Wood	IN
80	Tremellaceae**	<i>Tremella fuciformis</i> Berk.	เห็ดหูหนูขาว	Wood	ED
81	Tricholomataceae**	<i>Clitocybe brunneocephala</i> H. E. Bigelow.	เห็ดเพ็ก เห็ดหูกวาง เห็ดไผ่ เห็ดรวก	Ground	ED
82		<i>Tricholoma</i> sp.	เห็ดตีนสุ่ม	Ground	ND
83	Xylariaceae**	<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev.	เห็ดนิ้วมือคนตาย	Ground	IN

หมายเหตุ : ED (Edible mushroom) : เห็ดกินได้

* : เห็ดที่มีคุณสมบัติเป็นยา

IN (Inedible mushroom) : เห็ดที่กินไม่ได้ (ไม่มีข้อมูลว่าเป็นพิษ)** : เห็ดผู้ย่อยสลาย (Saprophytic mushroom)

PO (Poisonous mushroom) : เห็ดพิษ

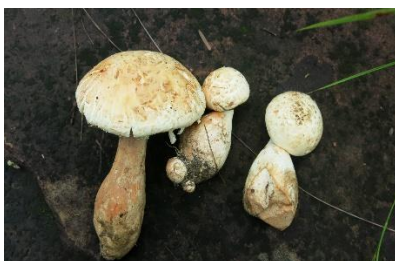
*** : เห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา (Ectomycorrhizal mushroom)

ND (No data) : ไม่ทราบข้อมูล

เห็ดที่สำรวจพบในอุทยานแห่งชาติภูแล่นคา จังหวัดชัยภูมิ จำนวนทั้งสิ้น 31 วงศ์ 55 สกุล 83 ชนิด จำแนกเป็น เห็ดกินได้ เห็ดที่กินไม่ได้และเห็ดพิษ และเห็ดที่ไม่ทราบข้อมูล โดยเห็ดกินได้ส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Amanitaceae Botetaceae และ Russulaceae ขณะที่เห็ดที่ไม่ทราบข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Marasmiaceae และ Polyporaceae

เห็ดที่สำรวจพบ 83 ชนิด มีจำนวนและชนิดที่ใกล้เคียงกับการศึกษาในอุทยานแห่งชาติน้ำพองและอุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีประเภทของป่าและชนิดพรรณไม้คล้ายคลึงกัน [12] เห็ดกินได้ 35 ชนิด มีความสอดคล้องกับชนิดของเห็ดกินได้บนเขาตะกูตรง ในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติทับลาน 23 ชนิด ที่ส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Russulaceae [13] เช่น เห็ดน้ำแป้ง (*Russula alboareolata* Hongo.) เห็ดตะไคลขาว (*Russula delica* Fr.) เห็ดน้ำหมาก (*Russula emetica* (Schaeff.) Pers.) เห็ดตะไคลเขียว (*Russula virescens* (Schaeff.) Fr.) อย่างไรก็ตาม เห็ดแดงกุหลาบ (*Russula sanguinaria* (Schumacher.) Rauschert.) ซึ่งการศึกษานี้จัดอยู่ในกลุ่มเห็ดกินได้ แต่บางการศึกษาระบุว่าเป็นเห็ดพิษ [14] และมีข้อมูลเพิ่มเติมว่าสามารถกินได้หากทำให้สุกแล้ว นอกจากนี้ในเห็ดบางชนิดยังมีคุณสมบัติเป็นยา ได้แก่ เห็ดหลินจือขอบเหลือง (*Ganoderma calidophilum* J. D. Zhao, L. W. Hsu et X. Q. Zhang) เห็ดจวักงู (*Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst.) เห็ดหลินจือ (*Ganoderma tropicum* (Jungh.) Bres.) และเห็ดหิ้งหลากสี (*Trametes versicolor* (L.) Lloyd) [2] ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่มีประโยชน์ของพื้นที่ป่าอนุรักษ์และสามารถศึกษาต่อยอดได้ในอนาคต

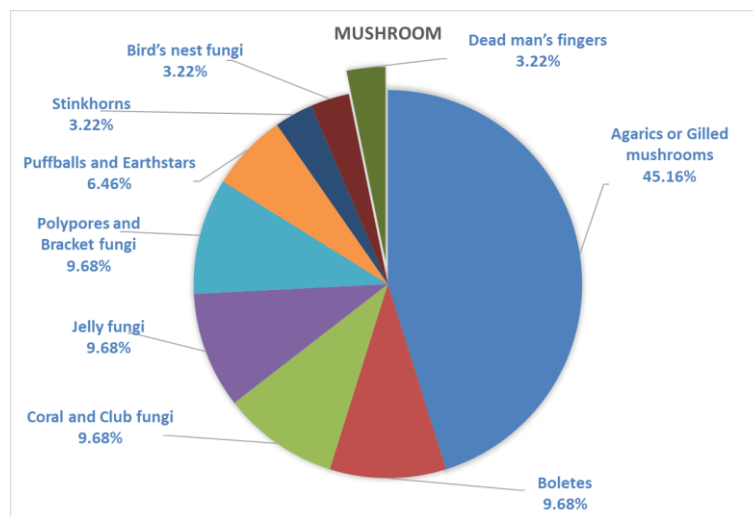
เห็ดจำนวน 31 วงศ์ ส่วนใหญ่อยู่ใน Phylum Basidiomycota มีจำนวนทั้งสิ้น 8 กลุ่ม [15] ได้แก่ กลุ่มเห็ดครีบ (Agarics or Gilled mushrooms) 14 วงศ์ คือ วงศ์ Agaricaceae Amanitaceae Callistosporiaceae Crepidotaceae Entomataceae Hygrophoraceae Inocybaceae Marasmiaceae Omphalotaceae Psathyrellaceae Russulaceae Schizophyllaceae Stereaceae และ Tricholomataceae กลุ่มเห็ดตับเต่า (Boletes) 3 วงศ์ คือ วงศ์ Boletaceae Diplocystaceae และ Sclerodermataceae กลุ่มเห็ดปะการังและเห็ดกระบอง (Coral and Club fungi) 3 วงศ์ คือ วงศ์ Clavariaceae Clavariadelphaceae และ Thelephoraceae กลุ่มเห็ดหูหนู/เห็ดวุ้น (Jelly fungi) 3 วงศ์ คือ วงศ์ Auriculariaceae Dacrymycetaceae และ Tremellaceae กลุ่มเห็ดหิ้ง (Polypores and Bracket fungi) 3 วงศ์ คือ วงศ์ Fomitopsidaceae Meruliaceae และ Polyporaceae กลุ่มเห็ดลูกฟุ้งและเห็ดดาวดิน (Puffballs and Earthstars) 2 วงศ์ คือ วงศ์ Geastraceae และ Lycoperdaceae กลุ่มเห็ดเขาเหม็น (Stinkhorns) 1 วงศ์ คือ วงศ์ Phallaceae และกลุ่มเห็ดรังนก (Bird's nest fungi) 1 วงศ์ คือ วงศ์ Nidulariaceae ส่วน Phylum Ascomycota มีจำนวนเพียง 1 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเห็ดนิ้วมือคนตาย (Dead man's fingers) 1 วงศ์ คือ วงศ์ Xylariaceae (ภาพที่ 2)

(a) *Amanita hemibapha*(b) *Cyathus striatus*(c) *Russula sanguinaria*(d) *Entoloma virescens*(e) *Russula emetica*(f) *Marasmius haematocephalus*(g) *Hygrocybe miniata*(h) *Leucocoprinus birnbaumii*(i) *Stereum spectabilis*(j) *Xerocomellus chrysenteron*(k) *Tylopilus griseipurpureus*(l) *Amanita gymnopus*(m) *Phallus indusiatus*(n) *Heimioporus japonicus*(o) *Amanita princeps*(p) *Ganoderma aetii*(q) *Ganoderma tropicum*

ภาพที่ 1 Basidiocarp and habitat of some mushrooms in Phu Laen Kha National Park, Chaiyaphum Province

วงศ์ของเห็ดที่พบมากที่สุด คือ และวงศ์ Polyporaceae จำนวน 12 ชนิด รองลงมาคือ วงศ์ Marasmiaceae จำนวน 11 ชนิด วงศ์ Boletaceae จำนวน 10 ชนิด และวงศ์ Amanitaceae จำนวน 9 ชนิด ตามลำดับ มีความใกล้เคียงกับการศึกษาในอุทยานแห่งชาติน้ำพองและอุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น และพื้นที่เขื่อนน้ำพุง จังหวัดชัยภูมิ [12, 16] ที่พบเห็ดวงศ์ Boletaceae Amanitaceae และ Polyporaceae ค่อนข้างมากเช่นกัน

จำแนกเห็ดตามแหล่งอาศัยออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เห็ดที่พบบนพื้นดิน 58 ชนิด เห็ดที่พบบนซากพืช 1 ชนิด และเห็ดที่พบบนขอนไม้ 24 ชนิด นอกจากนี้ยังพบว่าเห็ดเหล่านี้ยังมีบทบาทในระบบนิเวศป่าไม้โดยจัดเป็นเห็ดผู้ย่อยสลาย (Saprophytic mushroom) จำนวน 20 วงศ์ 48 ชนิด และเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซา (Ectomycorrhizal mushroom) จำนวน 11 วงศ์ 35 ชนิด ซึ่งเห็ดกินได้จำนวนมากเป็นเห็ดเอคโตไมคอร์ไรซาในวงศ์ Amanitaceae Boletaceae และ Russulaceae สอดคล้องกับการศึกษาในอุทยานแห่งชาติน้ำพองและอุทยานแห่งชาติภูเวียง [12] เนื่องจากพื้นที่ป่าส่วนมากมีสภาพเป็นป่าเต็งรัง มีพรรณไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) ซึ่งเป็นพืชอาศัย (Host) ของเห็ดกลุ่มนี้อยู่หลายชนิด เช่น เต็ง (*Shorea obtusa* Wall. ex Blume) รัง (*Shorea siamensis* Miq.) เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm. ex Miq.) และพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.) เป็นต้น [5] การพบเห็ดบนพื้นดินและเป็นเห็ดกินได้ค่อนข้างมาก ประกอบกับการที่ประชาชนที่อาศัยโดยรอบพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูแล่นคานิยมเข้าไปเก็บเห็ดเป็นจำนวนมากในช่วงฤดูฝน จึงควรมีมาตรการในการเฝ้าระวังและควบคุมการเข้าไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้ง ส่งเสริมการสร้างความรู้และความเข้าใจในการเก็บหาเห็ด รวมทั้งอนุรักษ์บนพื้นฐานของการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืนได้ต่อไป



ภาพที่ 2 Group of mushrooms in Phu Laen Kha National Park, Chaiyaphum Province

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติภูแล่นคาและงบประมาณสนับสนุนภายใต้โครงการส่งเสริมและอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ กระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ 2561

- [1] ขวัญเรือน นาคสุวรรณกุล. 2562. **คู่มือการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ด เห็ดพิษและการเฝ้าระวังในชุมชน** นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
- [2] นิวัฒน์ เสนาะเมือง. 2553. **เห็ดป่าเมืองไทย: ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์**. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [3] สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2565. **อุทยานแห่งชาติภูแลนคา**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://park.dnp.go.th/visitor/nationparkshow.php?PTA_CODE=9135 (15 มกราคม 2565).
- [4] เทียมหทัย ชูพันธ์ เสาวลักษณ์ จำเริญธรรม และ อัญชลี ลำพึง. 2560. ความหลากหลายและนิเวศวิทยาของไม้พื้นล่างในอุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ. น. 30-36. ใน **รวมบทความวิจัยการประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11, 14-16 มิถุนายน 2560**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- [5] เทียมหทัย ชูพันธ์ สุภาวดี ศรีจิตติการ และอภิญา ระเบียบ. 2562. ความหลากหลายของพรรณไม้ใหญ่ในอุทยานแห่งชาติภูแลนคา จังหวัดชัยภูมิ. น. 35-51. ใน **รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13, 14-15 มิถุนายน 2562**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [6] บารมี สกลรักษ์ กิตติมา ดั่งแคน วินันต์ดา หิมะมาน จันจิรา อายะวงศ์ และกฤษณา พงษ์พานิช. 2560. **คู่มือการศึกษาความหลากหลายเห็ด**. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- [7] ประเมษฐ์ รักษาพงษ์. 2544. **เห็ดและราในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- [8] ราชบัณฑิตยสถาน. 2550. **เห็ดในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- [9] อนงค์ จันทรศรีกุล พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ อุทัยวรรณ แสงวงนิช Tsutomu Morinaga Yoshinori Nishizawa และ Yasuki Murakami. 2551. **ความหลากหลายของเห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [10] Global Biodiversity Information Facility (GBIF). 2021. **Fungi**. [online]. Available <https://www.gbif.org/species/5> (15 January 2022).
- [11] Index Fungorum Partnership. 2022. **Index Fungorum**. [online]. Available <http://www.indexfungorum.org/> (2 March 2022).
- [12] บารมี สกลรักษ์ สมจิตติยา ศรีสุวรรณ วินันต์ดา หิมะมาน กิตติมา ดั่งแคน ปานรดา แจ่มสันเทียะ และกฤษณา พงษ์พานิช. 2561. การใช้ประโยชน์จากเห็ดของชุมชนโดยรอบพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำพองและอุทยานแห่งชาติภูเวียง จังหวัดขอนแก่น. น. 1-12. ใน **เอกสารรวบรวมบทความวิจัย : การประชุมวิชาการการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 5, 10-14 กรกฎาคม 2561**. สุราษฎร์ธานี: โรงแรมโดมอนด์พลาซ่า.
- [13] อัญชลี ชนะเพียร และสุพรรณิ ภู่งาม. 2557. ความหลากหลายชนิดของเห็ดกินได้บนเขาตะกูต้ง ตำบลสะแกกราช อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา. **วารสารสารสีมา**, 2: 57-61.
- [14] ขวัญเรือน นาคสุวรรณกุล อัจจิมา ทองบ่อ ชูลิพร จันทรเสนา โชติกา งามจณรงค์ เสนีย์ พลราช สิทธิพร ปานเม่น ญัฐกานต์ หนูรุ่ม สุจิตรา ลิกพันธ์ และศิริวรรณ ลือด้ง. 2564. การจำแนกเห็ดพิษด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและภูมิปัญญาท้องถิ่นในจังหวัดอุบลราชธานี. **วารสารวิทยาศาสตร์ มข.**, 49(1): 40-57.
- [15] สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2550. **เห็ดในป่าสะแกกราช**. กรุงเทพฯ: ฝ่ายสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา และพลังงาน สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- [16] หนูเดือน เมืองแสน พงศ์เทพ สุวรรณวาริ อมรรัตน์ พิทักษ์พงษ์ และปัญจมา จรรยาเลิศอดุล. 2556. ความหลากหลายของไลเคน เห็ด และราขนาดใหญ่ในพื้นที่ปกปักพันธุ์กรรมพืช อพ.สธ. เขื่อนน้ำพุง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 109 น. ใน **รายงานการวิจัย**. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อน จากเส้นใยสับปะรด

3D Animation Development Story Production Thermal Insulation of Pineapple Fibers

ศุภชัย แซ่ฉิน และ แพรตะวัน จารุตัน*

Suphachai Saechin and Praetawan Jarutan

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

จังหวัดสกลนคร ประเทศไทย 47000

Department of Computer, Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University,

Sakon Nakhon Province, Thailand 47000

*Corresponding author Email: Praetawan9925@snru.ac.th

Received 4 February 2022, Accepted 29 March 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่กระบวนการผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรดโดยพัฒนาสื่อในรูปแบบการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ สำหรับแสดงถึงขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์ การผลิตฉนวนกันความร้อน การทดสอบคุณสมบัติเชิงความร้อน การทดสอบความหนาแน่น การทดสอบการดูดซึมน้ำ และการทดสอบความคงทนในการตกจากที่สูง โดยผู้วิจัยได้นำเนื้อหาจากงานวิจัยของเทพปัญญา ชุมภูแสง ที่ได้วิจัยการผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยของใบสับปะรด โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน ผสมกับน้ำ และสารละลายกรดฟอริก (CH_2O_2) จากนั้นทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติเชิงความร้อนของฉนวน แต่ยังไม่มีการเผยแพร่ผลงานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยได้พัฒนาการ์ตูนด้วยโปรแกรมมายา (MAYA) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินเป็นแบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพของการ์ตูน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 คน และประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานการ์ตูน จำนวน 30 คน คัดเลือกโดยวิธีการเจาะจงกลุ่มเป้าหมาย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการพัฒนาพบว่า การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรดสามารถใช้เป็นสื่อเผยแพร่กระบวนการผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรดได้จริงตามวัตถุประสงค์ เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.722$, S.D. = 0.275) และผู้ใช้งานการ์ตูนมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 4.484$, S.D. = 0.371)

คำสำคัญ: การ์ตูนแอนิเมชัน สื่อการเรียนรู้ 3 มิติ การผลิตฉนวนกันความร้อน เส้นใยสับปะรด

ABSTRACT

This research aimed to disseminate the production process of insulation from pineapple fibers by developing a 3D animation cartoon format for representing the process of preparing the equipment.

Insulation production thermal properties test thermal density test water absorption test and testing durability in falling from high places. The researcher has taken the content from the research of Mr. Tappanya Chumphusaeng who has researched the production of insulation from pineapple leaves. By using para rubber as a binder, mixed with water and formic acid solution (CH_2O_2), then the physical properties were tested and thermal properties of insulation But no such research results have been published. The researcher developed a cartoon with the Maya Program (MAYA). The assessment tool was a questionnaire evaluating cartoon performance. By of 11 people and assessed the satisfaction of 30 cartoon users selected by means of specific target groups. The statistics used to analyze the data were mean and standard deviation.

The research results were 3D animation cartoon titled: The production of insulation from pineapple fibers can be used as a media for disseminating the production process of insulation from pineapple fibers according to the objectives It is the most effective medium ($\bar{X} = 4.722$, S.D. = 0.275) and manga users have a high level of satisfaction ($\bar{X} = 4.484$, S.D. = 0.371)

Keywords: 3D animation, 3D learning materials, insulation production, Pineapple Fibers

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันในด้านสื่อประเภทต่างๆ เพื่อนำเสนอหรือเผยแพร่ผลงานในรูปแบบสื่อประสม (มัลติมีเดีย) โดยรูปแบบการนำเสนอที่ใช้เทคนิคคอมพิวเตอร์สามมิติ (3D Computer Graphic) โดยการนำเสนอในรูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติ ที่มีความกว้าง ความยาว ความลึก ทำให้เข้าใจในภาพชัดเจนขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสาร สร้างความรู้ความเข้าใจกับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกิดจากการดำเนินชีวิตของมนุษย์ที่มีการสั่งสมความรู้มา ประสพการณ์ต่าง ๆ ที่มีการสืบทอดจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ที่เป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่ขาดสายโดยมีความสัมพันธ์ระหว่างชาวบ้านกับชาวบ้าน สืบทอดจากคนรุ่นหนึ่งไปสู่คนอีกรุ่นหนึ่ง โดยการนำเอาภูมิปัญญาท้องถิ่นมาสร้างเป็นการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อเผยแพร่ให้ความรู้ให้กับชุมชนเกี่ยวกับ การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรดโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน [1]

จากผลการศึกษาด้านการผลิตฉนวนกันความร้อนที่ผลิตจากวัสดุในท้องถิ่นโดยใช้ใยสับปะรด ที่มีน้ำยางพาราเป็นตัวประสานในการทำฉนวนกันความร้อน และทดสอบสมบัติต่างๆ ได้แก่ ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ การปล่อยจากที่สูง สมบัติการนำความร้อน และ อัตราการนำความร้อน เพื่อให้ได้ฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสม ราคาถูก วัสดุหาได้ง่ายและมีความเป็นมาตรฐานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอาคารบ้านเรือนได้ โดยเส้นใยสับปะรดทำมาจากส่วนใบของต้นสับปะรด โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน ควรค่าแก่การเผยแพร่การศึกษาประสิทธิภาพของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรดแก่ชุมชนท้องถิ่นที่สนใจต่อไป [2]

ผู้วิจัยมีความสนใจในการนำเสนอกระบวนการผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรดโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน ด้วยเทคโนโลยีแอนิเมชัน 3 มิติ ซึ่งจะมีการนำเสนอในรูปแบบการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ (Animation 3D) แสดงถึงขั้นตอนในการผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด เพื่อให้ผู้สนใจและมองภาพขั้นตอนการและการทดสอบฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรดโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานด้วยเทคโนโลยี 3 มิติ ด้วยโปรแกรมมายา (MAYA) ที่ใช้สำหรับปั้นโมเดลและการโมชัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด
- 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด
- 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด

สับปะรด

วิธีการวิจัย

การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด มีรายละเอียดวิธีการวิจัยดังนี้

1. การวิเคราะห์ความต้องการ

1.1 ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ อาจารย์วิชชุดา ภาโสสม อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย เรื่อง การศึกษาประสิทธิภาพของฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรดโดยใช้น้ำยารพาราเป็นตัวประสานถึงรูปแบบการนำเสนอการผลิตฉนวนกันความร้อนผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์

1.2 สรุปรวความต้องการสื่ออิเล็กทรอนิกส์จากกลุ่มตัวอย่าง โดยแบบสอบถามความต้องการสื่ออิเล็กทรอนิกส์

1.3 วิเคราะห์ สรุปรว ความต้องการสื่ออิเล็กทรอนิกส์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการเป็นรูปแบบการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ

2. วิธีการดำเนินงาน ซึ่งผู้วิจัยได้อาศัยหลัก 3P (Pre - production ขั้นตอนการเตรียมงาน Production ขั้นตอนการผลิตรายการ Post - production ขั้นตอนหลังการผลิต) [3] เป็นแนวทางในการพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง ขั้นตอนการผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. P1 = Pre - production คือ ขั้นตอนของการเตรียมงานก่อนที่จะผลิต

P1 = Pre - production

1. เขียนบทเรื่องราวการ์ตูน
2. ออกแบบสตอรี่บอร์ด (Story Board)
3. ศึกษาโปรแกรม (Software) ที่ใช้ในการผลิต
4. เตรียมการบันทึกเสียง

2. P2 = Production คือ ขั้นตอนการผลิต

P2 = Production

1. ปั่นโมเดล

1) ตัวละครหลัก

- เด็กชายแบงค์
- เด็กชายต้น
- แม่ของต้น
- คุณลุงโก

2) ฉาก

- ฉากบ้านต้น
- ฉากเดินทาง
- ฉากตึกสูง
- ฉากบ้านคุณลุง

3) อุปกรณ์ในการผลิตฉนวนกันความร้อน

2. สร้างตัวควบคุมใบหน้าและร่างกาย เฟเชียล คอนโทรลเลอร์ (Facial Controller)

3. สร้างการเคลื่อนไหวให้กับโมเดล 3 มิติ กำหนดจัดแสงให้กับฉาก เรียบเรียงฉากตาม สตอรี่บอร์ด และทำการโรมชันในแต่ละฉาก ตัดต่อ เรียบเรียง จัดองค์ประกอบ

3. P3 = Post - production คือ ขั้นตอนหลังการผลิต

P3 = Post - production

1. ทดลองใช้ การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด
2. ตรวจสอบ / แก้ไข
3. ประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด
4. ประเมินความพึงพอใจของการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด
5. เผยแพร่ การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด ผ่านช่องทางสื่อออนไลน์ เฟซบุ๊ก (Facebook) และ ยูทูบ (YouTube)

3. เครื่องมือการวิจัย

3.1 การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด

3.2 แบบประเมินประสิทธิภาพ การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใย

สับปะรด

3.3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อการพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด

4. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.1 ประชากร คือ ชาวบ้าน อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม จำนวน 5,021 คน [4]

4.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มเกษตรกรที่ปลูกสับปะรด อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม จำนวน 30 คน เลือกโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง ระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด สามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด

การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรดที่พัฒนาสามารถดูแบบออนไลน์ (Online) และ ออฟไลน์ (Offline) โดยมีการนำเสนอ 6 นาที ผ่านสมาร์ทโฟน และคอมพิวเตอร์ โดยการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ ประกอบไปด้วย ตัวการ์ตูนจำนวน 4 ตัว ได้แก่ 1) คุณลุงโก 2) แม่ 3) ต้น และ 4) แบงค์ ฉาก 11 ฉาก ได้แก่ 1) ฉากเริ่มเรื่อง 2) ฉากการเดินทางไปบ้านคุณลุงโก 3) ฉากการเตรียมอุปกรณ์ 4) ฉากขั้นตอนการผลิตฉนวนกันความร้อน 5) ฉากขั้นตอนการผสมวัตถุดิบในอัตราส่วน 60 : 40 6) ฉากการอบฉนวนกันความร้อน 7) ฉากทดสอบคุณสมบัติเชิงความร้อนของฉนวนเส้นใยสับปะรด 8) ฉากการวัดความหนาแน่น 9) ฉากทดสอบการดูดซึมน้ำ 10) ฉากการทดสอบความคงทนจากการตกจากที่สูง และ 11) ฉากจบเรื่อง โดยมีดนตรีพร้อมเสียงบรรยายประกอบตลอดทั้งเรื่อง



ภาพที่ 1 ตัวละครคุณลุงโก ในการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ



ภาพที่ 2 ตัวละครแม่ ในการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ



ภาพที่ 3 ตัวละครต้น ในการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ



ภาพที่ 4 ตัวละครแบงค์ ในการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ



ภาพที่ 5 ฉากเริ่มเรื่องที่บ้านของต้น



ภาพที่ 6 ฉากการเดินทางไปบ้านคุณลุงโก



ภาพที่ 7 ฉากการเตรียมอุปกรณ์



ภาพที่ 8 ฉากขั้นตอนการผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อน



ภาพที่ 9 ฉากขั้นตอนการผสมวัตถุดิบในอัตราส่วน 60 : 40



ภาพที่ 10 ฉากการอบฉนวนกันความร้อน



ภาพที่ 11 ฉากทดสอบคุณสมบัติเชิงความร้อนของฉนวนเส้นใยสับปะรด



ภาพที่ 12 ฉากการวัดความหนาแน่น



ภาพที่ 13 ฉากทดสอบการดูดซึมน้ำ



ภาพที่ 14 ฉากการทดสอบความคงทนจากการตกจากที่สูง



ภาพที่ 15 ฉากจบเรื่อง

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพการตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตนวนก้นความร้อนจากเส้นใยสับปะรด

เมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแล้วเสร็จ ก่อนจะนำไปเผยแพร่จริง ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำการ์ตูนไปประเมินหาประสิทธิภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 11 คน คืออาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ด้านเนื้อหา จำนวน 1 คน อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ด้านการออกแบบกราฟิก สื่อมัลติมีเดีย และสื่อดิจิทัล จำนวน 10 คน เพื่อให้ได้ข้อมูลมาทำการปรับปรุงเพิ่มเติม ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลรวมการประเมินประสิทธิภาพของการตูนแอนิเมชัน

รายการประเมินประสิทธิภาพ	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านการออกแบบตัวละคร	4.568	0.549	มากที่สุด
ด้านการออกแบบฉาก	4.849	0.311	มากที่สุด
ด้านเสียงบรรยายประกอบ	4.788	0.342	มากที่สุด
ด้านการนำเสนอกระบวนการผลิตนวนก้นความร้อนจากเส้นใยสับปะรด	4.682	0.298	มากที่สุด
ผลรวม	4.722	0.275	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 สรุปผลรวมการประเมินประสิทธิภาพของการตูนแอนิเมชันทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด หากจำแนกตามรายละเอียดการประเมินทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับแพรวนภา พรหมวงศ์ชา [5] ที่ได้พัฒนการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง พาทัวร์แนวการศึกษาต่อสาขาวิชาธุรกิจดิจิทัล เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ผู้พัฒนาได้ศึกษางานวิจัยด้านหลักการออกแบบตัวละคร ด้านการออกแบบฉาก ด้านเสียงบรรยายประกอบ แล้วนำมาวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด

จากที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงระบบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ได้ดำเนินการทดลองใช้การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ ที่พัฒนาขึ้น โดยประเมินกับผู้ใช้งานจริง คือ กลุ่มเกษตรกรที่ปลูกสับปะรด อำเภอน้ำหนาว จังหวัดนครพนม จำนวน 30 คน ผลการประเมิน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลรวมการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

รายการประเมินความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.	ผลการประเมิน
ด้านเนื้อหา	4.433	0.407	มาก
ด้านการออกแบบ	4.467	0.407	มาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.553	0.463	มากที่สุด
ผลรวม	4.484	0.371	มาก

จากตารางที่ 2 สรุปผลรวมการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับมาก หากจำแนกตามรายละเอียดการประเมินทุกด้านอยู่ในระดับมาก ยกเว้นด้านประโยชน์ที่ได้รับอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับฉันทยา เอี่ยมคง และธีรศักดิ์ จรรย์ศาสตร์ [6] ได้พัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง โรคไวรัสเมอร์ส (Virus Mers) เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ผู้พัฒนาได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการ์ตูนแนวสื่อการเรียนรู้ แล้วนำมาออกแบบตัวการ์ตูนตามหลักจิตวิทยา และด้านประโยชน์ที่ได้รับ ตามกลุ่มผู้ใช้งานจริง

สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- 1) พัฒนการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด
- 2) ประเมินประสิทธิภาพของการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด และ
- 3) ประเมินความพึงพอใจของการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่

- 1) แบบสอบถามความต้องการ และการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง จากนั้นนำความต้องการมาวิเคราะห์ และพัฒนาเป็นการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด ตามกระบวนการพัฒนาสื่อ 3P
- 2) ทำการประเมินผล โดยแบ่งกลุ่มประเมินผลออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มประเมินประสิทธิภาพของการ์ตูน เป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 1 คน ด้านการออกแบบโมเดล กราฟิก แอนิเมชัน จำนวน 3 คน ด้านสื่อมัลติมีเดีย จำนวน 3 คน ด้านสื่อดิจิทัล จำนวน 3 คน และกลุ่มประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานการ์ตูน คือ กลุ่มเกษตรกร ที่ปลูกสับปะรด จำนวน 30 คน

ผลการวิจัยพบว่า การ์ตูน 3 มิติ ใช้เวลานำเสนอ 6 นาที สามารถดูผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน ประสิทธิภาพของการ์ตูนอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน โดยเรียงลำดับรายด้านได้ดังนี้ ด้านการออกแบบฉาก ด้านเสียงบรรยายประกอบ ด้านการนำเสนอกระบวนการผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด และด้านการออกแบบตัวละคร ตามลำดับ และความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อการ์ตูน อยู่ในระดับมาก ซึ่งเรียงลำดับรายด้านของความพึงพอใจจากมากไปหาน้อย คือ ผู้ใช้งานพึงพอใจด้านประโยชน์ที่ได้รับมากที่สุด ด้านการออกแบบ และด้านเนื้อหา ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่า การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยสับปะรด สามารถนำไปเป็นสื่อใช้เผยแพร่ได้จริง มีความสอดคล้องตรง

กับความต้องการของผู้ใช้งาน ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง เรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาทั้งแบบออนไลน์ ออฟไลน์ และสามารถปฏิบัติตามแต่ละขั้นตอนที่สอนนำเสนอได้

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้จะมีการใช้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น หากมีการเผยแพร่ไปยังกลุ่มเกษตรกรที่สนใจในพื้นที่อื่นๆ ขยายวงกว้างขึ้น ในอำเภออื่น หรือจังหวัดอื่นๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเกษตรกรที่ปลูกสับปะรด อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม ที่ได้สละเวลา และให้ความอนุเคราะห์ ข้อมูล ความต้องการ และข้อเสนอแนะ เพื่อให้สามารถทำวิจัยครั้งนี้เกิดผลสำเร็จได้ และขอบพระคุณ อ.วิษุตา ภาโสสม ที่ อนุเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสื่อการตูนในการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Goel, D. & Upadhyay, R. (2017). Effectiveness of use of Animation in Advertising: A Literature Review. Int. J. Sci. Res. in Network Security and Communication, Volume 5, 146 - 159.
- [2] เทพปัญญา ชุมภูแสง. (2562). การผลิตนวนก้นความรื้อนที่ผลิตจากเส้นใยสับปะรดโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน. (สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- [3] ดนัยพร ลดากุล และปัญญรัตน์ ปุญญา. (2560). การพัฒนาการตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อส่งเสริมคุณธรรมด้านความซื่อสัตย์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. วารสารวิทยาการ สารสนเทศ และเทคโนโลยีประยุกต์, 1(1), 64-71.
- [4] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2553). จำนวนประชากรและบ้าน จำแนกเป็นรายอำเภอ และรายตำบล จังหวัดนครพนม ณ เดือนธันวาคม พ.ศ.2553. สืบค้น 12 กุมภาพันธ์ 2564. จาก<http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/districtList/S010107/th/64.htm>
- [5] แพรวนภา พรมงคลศา. (2561). พัฒนาการตูนแอนิเมชัน 3 มิติเรื่อง โรคไวรัสเมอร์ส (Virus Mers). (สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- [6] นัตตยา เอี่ยมคง และธีรศักดิ์ จันทน์ศาสตร์. (2563). พัฒนาการตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง พาทัวร์ แนวการศึกษาต่อสาขาวิชาธุรกิจดิจิทัล หลักสูตรบริหารธุรกิจ. วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 15(2), 91-104

อิทธิพลของอุณหภูมิอบคืนตัวที่มีต่ออายุการใช้งานของมีดตัดโคนอ้อย

An Influence of Tempering Temperature on the Tool Life of Sugarcane Base Cutter Blades

ณภัทร อินทนนท์* ศักดาฤทธิ์ สง่าลี สิทธิพร สิทธิบุตร และ ประพันธ์ ยาวาระ

Naphatara Intanon Sakdalit Sangalee Sitthiporn Sitthibut and Praphan Yawara

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย 40000

Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus,

Khon Kaen Province, Thailand 40000

*Corresponding author: naphatara.in@rmuti.ac.th

Received 25 November 2021, Accepted 29 March 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิของการอบคืนตัว (Tempering Temperature) ที่มีผลต่ออายุการใช้งานของมีดตัดโคนอ้อย วัสดุที่ใช้ในการศึกษาได้แก่มีดตัดโคนอ้อยที่ผลิตจากสแตนเลสเกรด 420 J2 (SUS420J2) จำนวน 22 ใบ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ เครื่องทดสอบความแข็งแบบยูนิเวอร์แซล (Universal Hardness Tester) เครื่องทดสอบแรงกระแทกแบบชาร์ปี (Charpy Impact test) และเครื่องทดสอบการสึกหรอชนิดจานหมุน (Pin – on – Disc) และการทดสอบใช้งานจริงโดยใช้รถตัดอ้อย ยี่ห้อจอห์น เดียร์ (John Deere) รุ่น CH570 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์สำหรับงานโลหะวิทยา (Metallurgical Microscope) และอุณหภูมิการอบคืนตัวที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ คือที่ระดับ 350 และ 450 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิของการอบคืนตัวไม่มีผลทำให้ค่าความแข็งแตกต่างกัน แต่ทำให้ค่าความทนทาน (Toughness) มีความแตกต่างกัน และอุณหภูมิที่สูงกว่า จะช่วยทำให้ความบกพร่องแบบเส้น (Dislocation) และจุดบกพร่อง (Imperfection) ของผลึกลดลง ซึ่งการลดลงของความบกพร่องแบบเส้น และจุดบกพร่องนี้ ส่งผลทำให้การสึกหรอลดลงด้วย ลักษณะของโครงสร้างผลึกที่แตกต่างกันทำให้การสึกหรอแตกต่างกันทั้งในห้องปฏิบัติการและจากการทดสอบใช้งานจริง

คำสำคัญ: มีดตัดโคนอ้อย การสึกหรอ ค่าความแข็ง ค่าความทนทาน การอบคืนตัว

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the influence of tempering temperature on the tool life of sugarcane base cutter blades. The 22 base cutters blade that made from stainless steels 420J2 grade was used to investigate. The universal hardness tester, Charpy impact testing machine and pin – on – disc wear tester were conducting in this study. The metallurgical microscope was used to analysis microstructure of the blades. The John Deere Model CH570 was used in the fields test. The results showed

that tempering temperature does not had influenced to the hardness of the blades, but it was influenced to the toughness and reduced dislocation and imperfection of crystallization. The reduction of wear was due to the decrease of dislocation and imperfection of crystallization. The different of crystallization was due to different of the wear on the laboratory and on fields testing.

Keywords: Sugarcane Base Cutter Blades, Wear, Harness, Toughness Tempering

บทนำ

ประเทศไทย เป็นประเทศผู้ส่งออกน้ำตาลอันดับ 2 ของโลก [1] โดยในปี 2562 ทั่วโลกผลิตน้ำตาลทรายดิบได้ 179.7 ล้านตัน และประเทศไทยผลิตได้ประมาณ 14.556 ล้านตัน หรือประมาณร้อยละ 8.1 ของผลผลิตน้ำตาลทั่วโลก โดยผลผลิตของประเทศไทยเป็นอันดับ 4 ของโลก รองจาก อินเดีย บราซิล และสหภาพยุโรป ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตน้ำตาลส่วนใหญ่จะถูกใช้ในประเทศ ทำให้ประเทศที่ส่งออกน้ำตาลเป็นอันดับหนึ่งของโลก ได้แก่ บราซิล และรองลงมาคือประเทศไทย โดยปริมาณน้ำตาลที่มีการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ คิดเป็นทั้งหมด 56.0 ล้านตัน (ร้อยละ 31.16 ของผลผลิตทั้งหมด) และประเทศไทยส่งออกประมาณ 10.64 ล้านตัน (ร้อยละ 19.0 ของปริมาณน้ำตาลที่ส่งออกทั้งหมด และคิดเป็นร้อยละ 81 ของปริมาณที่ผลิตน้ำตาลในประเทศ) ส่วนประเทศที่มีการนำเข้าน้ำตาลมากที่สุดของโลก ได้แก่ อินโดนีเซีย รองลงมา ได้แก่ จีน และสหรัฐอเมริกา ตามลำดับ ซึ่งจากปริมาณการผลิต การส่งออก และการนำเข้าดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าอุตสาหกรรมน้ำตาลของไทยมีศักยภาพในการแข่งขันในตลาดโลก อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิตอ้อย ที่เป็นวัตถุดิบของน้ำตาลพบว่า บราซิล เป็นประเทศที่มีต้นทุนการผลิตต่ำสุด โดยมีต้นทุนการผลิตประมาณ 890 - 900 บาทต่อตัน ที่ประเทศไทยมีต้นทุนการผลิต ประมาณ 970 - 980 บาท สูงกว่า บราซิล ประมาณ 100 บาทต่อตัน หากประเทศไทย สามารถลดต้นทุนการผลิตต่อตันให้เท่ากับบราซิลได้ ก็จะเป็นการเพิ่มศักยภาพของการแข่งขันให้สูงมากขึ้น

ต้นทุนการผลิตอ้อยที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ ต้นทุนของการเก็บเกี่ยวและการขนส่ง โดยต้นทุนในการตัดจะมีค่าประมาณ 190 บาทต่อตัน และต้นทุนการขนส่งประมาณ 100 บาทต่อตัน โดยหากเกษตรกรเลือกใช้การตัดอ้อยโดยใช้รถตัดอ้อยของโรงงานน้ำตาล ทางโรงงานจะมีรถขนส่งให้บริการด้วย โดยคิดค่าใช้จ่ายรวมเป็น 290 บาทต่อตัน เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งของต้นทุนการตัดอ้อยโดยใช้รถตัดอ้อยขนาดใหญ่ นั่นก็คือ ราคาของมีดตัด ซึ่งมีมีดตัดที่ใช้ในรถตัดอ้อยขนาดใหญ่นั้นมี 2 ประเภท คือ มีดตัดโคนอ้อย และใบมีดสับท่อน โดยใบมีดตัดโคนอ้อยนั้นจะมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่า เพราะต้องมีการสัมผัสและเสียดสีกับพื้นดินที่ใช้เป็นพื้นที่ปลูกอ้อย ปัจจุบันต้นทุนเฉลี่ยของมีดตัดโคนอ้อย จะอยู่ประมาณ 2 บาทต่อตัน ซึ่งถ้าพิจารณาผลผลิตอ้อยในปีเพาะปลูก พ.ศ.2560/61 และ พ.ศ.2561/62 จะพบว่า จะมีมีดตัดที่เป็นส่วนของมีดตัดโคนอ้อยทั้งหมดประมาณ 270 แล 262 ล้านบาท ตามลำดับ (ปริมาณอ้อยฤดูการเพาะปลูกปี พ.ศ.2560/61 อยู่ที่ 134.93 ล้านตัน ปี พ.ศ. 2561/62 อยู่ที่ 130.97 ล้านตัน) [2] และที่สำคัญก็คือ มีดตัดโคนอ้อยที่มีการใช้งานในปัจจุบันนี้ เป็นมีดตัดโคนอ้อยที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเกือบทั้งหมด ทำให้มีเงินไหลออกไปต่างประเทศและจากที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้ประเทศขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตและการพัฒนาสมบัติต่าง ๆ ของมีดตัดโคนอ้อย ทำให้ไม่สามารถผลิตมีดขึ้นมาใช้เองได้ และส่งผลให้ไม่สามารถควบคุมต้นทุนของมีดตัดโคนอ้อยได้ และจะส่งผลต่อต้นทุนของการเก็บเกี่ยวและต้นทุนการผลิตโดยรวมต่อไป ซึ่งจะมีผลกระทบต่อขีดความสามารถทางการแข่งขันของประเทศในระยะยาว

วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตมีดตัดโคนอ้อยนั้น เป็นวัสดุที่เรียกว่า เหล็กสปริง (Spring Steels) ซึ่งเป็นเหล็กที่มีส่วนผสมของคาร์บอน (C) อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง มีความแข็งแรงสูง ทนต่อการบิดงอได้ดี และกลับสู่สภาพเดิมได้โดยไม่เสียรูป ดังนั้นเหล็กสปริงนี้จึง เหมาะสมสำหรับการผลิตเครื่องมือตัด (Cutting tools) ที่ต้องรับแรงกระแทกอยู่เสมอ มีดตัด

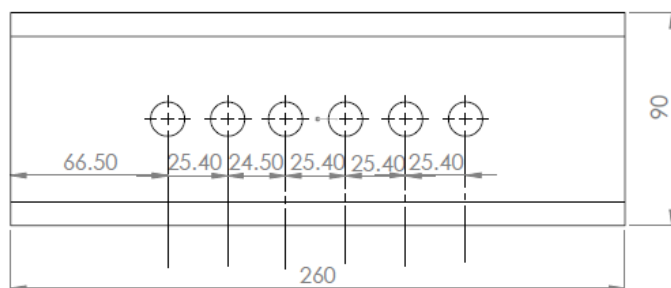
คอนอ้อยที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน มีค่าความแข็งอยู่ในระดับปานกลาง (45 – 50 HRC) [3] ซึ่งทำให้อายุการใช้งานที่สั้น โดยจะตัดอ้อยได้ประมาณ 800 ตัน ต่อ 1 ชุด [4] หากสามารถพัฒนาชนิดตัดคอนอ้อยให้มีอายุการใช้งานที่สูงขึ้นได้ก็จะเป็นการลดต้นทุนของกระบวนการเก็บเกี่ยวอ้อยได้ ซึ่งวัสดุที่มีค่าความแข็งที่สูง มีความต้านทานต่อการสึกหรอ และนิยมนำมาใช้ทำเครื่องมือตัดที่นอกเหนือจากเหล็กสปริงทั่วไปแล้ว ได้แก่ สเตนเลส ในกลุ่ม มาร์เทนซิติก (Martensitic stainless) โดยเฉพาะเกรด JIS 420J2 ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการทำเครื่องมือตัด อย่างไรก็ตาม สเตนเลสนี้มีค่าความแข็งหลังการอบชุบ (Quenching) ที่สูงโดยมีค่าความแข็งหลังอบชุบประมาณ 58-60 HRC [5] แต่ในสภาพที่แข็งในระดับนี้จะมีค่าความเปราะสูง หากได้รับแรงกระแทกอาจทำให้แตกหักได้ ซึ่งวิธีการลดความเปราะที่นิยมอย่างหนึ่งคือการอบคืนตัว (Tempering) ซึ่งการอบคืนตัวจะทำให้ค่าความแข็งลดลงเล็กน้อย แต่มีค่าความเหนียวเพิ่มมากขึ้น

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาถึงอุณหภูมิของการอบคืนตัวที่มีผลต่อสมบัติเชิงกลของเหล็ก สเตนเลสเกรด 420J2 ซึ่งผลิตเป็นชนิดตัดคอนอ้อย เพื่อหาผลกระทบที่เกิดขึ้น และทดสอบการใช้งานเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาชนิดตัดคอนอ้อยต่อไป

วิธีการวิจัย

2.1 วัสดุ (Material)

วัสดุที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีองค์ประกอบที่สำคัญ ตามตารางที่ 1 ผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องมือที่ได้มาตรฐาน โดยกระบวนการผลิตหลักประกอบด้วย การเจาะรู และขึ้นรูปคม หลังจากนั้นนำไปชุบแข็ง ด้วยอุณหภูมิ 1020 °C และทำการอบคืนตัว ที่ระดับ 350 °C และ 450 °C ทั้งนี้เพราะในระดับดังกล่าวเป็นระดับที่ให้ค่าความแข็ง และความเหนียวอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับอื่น [5] ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ชิ้นงานทั้งสิ้น 22 ชิ้น ชุดที่ 1 จำนวน 11 ชิ้น นำไปอบคืนตัวที่ระดับ 350 °C โดยเพิ่มความร้อนขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนถึง 350 °C และคงไว้ที่ระดับนั้น นาน 30 นาที ชุดที่ 2 จำนวน 11 ชิ้น นำไปอบคืนตัว ที่ระดับอุณหภูมิ 450 °C และคงอุณหภูมิไว้ 30 นาที เช่นเดียวกัน หลังจากนั้น ทำการสุ่มเลือกมากลุ่มละ 1 ชิ้น เพื่อนำไปตัดสำหรับทดสอบความทนทาน ที่เหลือ นำไปวัดค่าความแข็ง ชั่งน้ำหนัก และนำไปทดสอบตัดอ้อย ตามกระบวนการที่กำหนดไว้ หลังจากทดสอบใช้งานแล้ว นำแต่ละชิ้นมาตัด เพื่อให้ได้ขนาด และนำไปทดสอบการสึกหรอในห้องปฏิบัติการ ขนาดของชิ้นงาน และภาพของชิ้นงานที่ได้รับจากโรงงานผู้ผลิต เป็นดังภาพที่ 1



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 (ก) ขนาดของชิ้นงาน (ข) ลักษณะของชิ้นงาน

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของ Stainless SUS420J2

ธาตุองค์ประกอบ	C	Si	Mn	Cr	Fe
ร้อยละโดยน้ำหนัก(wt. %)	0.36	1.0	1.0	13.6	84.04

2.2 การทดสอบ (Methodology)

2.2.1 การทดสอบสมบัติเชิงกลในห้องปฏิบัติการ

ในการศึกษาครั้งนี้มีการทดสอบสมบัติเชิงกล (Mechanical properties) ของชิ้นงานก่อนการทดสอบการใช้งานจริง ได้แก่การทดสอบค่าความแข็ง (Hardness) โดยใช้ เครื่องทดสอบค่าความแข็งแบบ Universal hardness tester ยี่ห้อ HUATEC รุ่น HBRVU -187.5 การทดสอบใช้ Rockwell Scale C (HRC) โดยแต่ละชิ้นจะมีการวัดค่าความแข็ง 3 จุด คือ บริเวณปลายมีดทั้งสองด้าน และ บริเวณตรงกลางอีก 1 จุด และหาค่าความแข็งเฉลี่ยของแต่ละชิ้น

การทดสอบค่าความทนทาน (Toughness) โดยใช้เครื่องทดสอบแบบ Charpy (Charpy impact test) ยี่ห้อ Wolpert โดยใช้ตุ้มน้ำหนักขนาด 30 kgf ชิ้นงานที่นำมาทดสอบ จะสุ่มขึ้นมาจากแต่ละกลุ่ม ๆ ละ 1 ชิ้น เสร็จแล้ว ทำการตัดตามความกว้างของชิ้นงาน ให้มีขนาด 10 x 90 มม.

การทดสอบการสึกหรอ ในการศึกษาครั้งนี้ทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบการสึกหรอที่สร้างขึ้น โดยเป็นเครื่องทดสอบการสึกหรอชนิด pin on disc ทั้งนี้ดำเนินการทดสอบให้สอดคล้องกับมาตรฐานการทดสอบของ ASTM [6] โดยมีเงื่อนไขของการทดสอบเป็นดังนี้ คือ น้ำหนักกด 1 kg (10N) ความเร็วรอบในการทดสอบ มี 2 ระดับคือ 200 และ 300 รอบต่อนาที ระยะทางในการทดสอบเท่ากับ 10,000 เมตร (รัศมีของจุดกึ่งกลางชิ้นทดสอบ 6.65 cm จำนวนรอบของการทดสอบ 24000 รอบ) ส่วนที่เป็น disk เป็นกระดาศทรายชนิด silicon carbide ที่มีความละเอียด 800 และ 1000 (เบอร์ 800 และ 1000) การทดสอบจะใช้กระดาศทราย 1 แผ่น ต่อ 1 ครั้งของการทดสอบ ชิ้นงานที่จะทดสอบ มีการตัดให้มีขนาดประมาณ 10 X 15 mm ด้วยเครื่องตัดแบบเส้นลวด (Wire cut) การทดสอบเริ่มจากการทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักที่มีความละเอียด 0.0001 g บันทึกข้อมูลเก็บไว้ และหลังจากการทดสอบเสร็จทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์ทิ้งไว้ให้แห้ง และชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง เสร็จแล้วคำนวณหาค่าน้ำหนักที่หายไปต่อพื้นที่ของชิ้นงาน ไปของแต่ละชิ้น เครื่องทดสอบที่ใช้การทดสอบสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของชิ้นงานในครั้งนี้ แสดงในรูปที่ 2 (ก) – (ค)

2.2.2 การทดสอบใช้งาน

ในการทดสอบการใช้งาน ทำการทดสอบการใช้งานที่ อำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิ โดยได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท โรงงานน้ำตาลมิตรภูเวียง จำกัด โดยรถที่ใช้ในการทดสอบ เป็นรถยี่ห้อ John Deere รุ่น CH 570 ภาพรถที่ใช้ในการทดสอบ และการติดตั้งมีดสำหรับการทดสอบเป็นดังภาพที่ 3 ก. และ ข.



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 2 (ก) เครื่องทดสอบความแข็ง (ข) เครื่องทดสอบความเหนียว และ (ค) เครื่องทดสอบการสึกหรอ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 (ก) รถตัดอ้อย John Deere CH570 และ (ข) การติดตั้งใบมีด

3.1 สมบัติเชิงกล

- ความแข็ง (Hardness)

ค่าความแข็งของชิ้นงานในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 มีอุณหภูมิอบคืนไฟ 350 °C จะมีค่าความแข็งระหว่าง 49.00 - 54.17 HRC โดยมีค่าความแข็งเฉลี่ย 51.78 HRC และกลุ่มที่ 2 ที่มีอุณหภูมิอบคืนไฟ ที่ 450 °C มีค่าความแข็งระหว่าง 48.50 HRC ถึง 55.17 HRC และมีค่าความแข็งเฉลี่ย 51.67 HRC โดยชิ้นงานแต่ละชิ้นมีรายละเอียดของค่าความแข็งแสดงในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 น้ำหนักและค่าความแข็งของชิ้นงานชุดที่ 1 (อบคืนตัวที่ 350 °C)

ชิ้นที่	น้ำหนัก (กรัม)	ความแข็ง (HRC)			ความแข็งเฉลี่ย (HRC)
		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	
1	608.00	56.50	54.00	52.00	54.17
2	608.00	57.00	51.00	54.50	54.17
3	609.00	51.00	51.00	52.00	51.33
4	613.00	49.00	52.00	52.50	51.17
5	612.00	48.00	49.00	50.00	49.00
6	612.00	51.00	54.00	55.00	53.33
7	612.00	57.00	50.00	51.00	52.67
8	612.00	53.00	50.50	48.00	50.50
9	612.00	50.50	52.00	51.00	51.17
10	612.00	49.00	53.00	49.00	50.33
เฉลี่ย	611.00	52.20	51.65	51.50	51.78

- ค่าความเหนียว (Toughness) ของชิ้นงาน

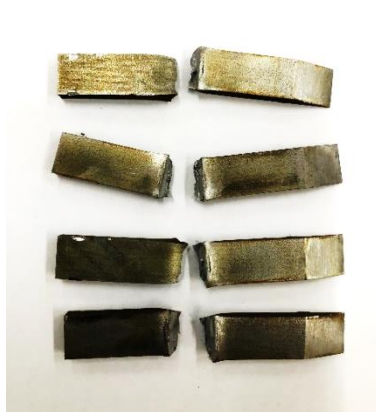
การทดสอบความทนทาน (Toughness) เป็นการทดสอบเพื่อหาค่าการดูดซับพลังงานกระแทกของชิ้นงาน จากผลการทดสอบพบว่า ชิ้นงานในกลุ่มที่ 2 มีค่าการดูดซับพลังงานเฉลี่ยสูงกว่า ค่าการดูดซับพลังงานเฉลี่ยของชิ้นงานกลุ่มที่ 1 โดยชิ้นงานที่มีค่าการดูดซับพลังงานที่สูงจะหมายถึงชิ้นงานมีความทนทานมากกว่า การแตกหักที่เกิดขึ้นจากการกระแทกจะมีน้อยกว่า รายละเอียดของค่าการดูดซับพลังงาน เป็นดังตารางที่ 4 และลักษณะของชิ้นงานหลังการทดสอบเป็นดังภาพที่ 4

ตารางที่ 3 น้ำหนักและค่าความแข็งของชิ้นงานชุดที่ 2 (อบคืนตัวที่ 450 °C)

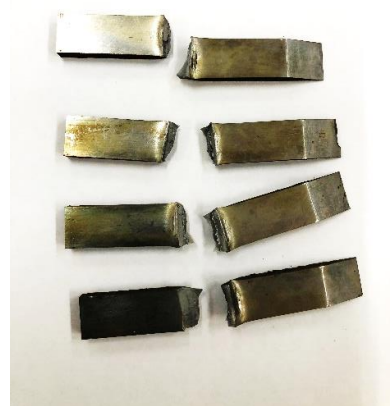
ชั้นที่	น้ำหนัก (กรัม)	ความแข็ง (HRC)			ความแข็งเฉลี่ย (HRC)
		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	
1	607.00	53.00	57.00	51.00	53.67
2	614.00	54.00	55.00	56.50	55.17
3	610.00	54.00	48.50	52.00	51.50
4	615.00	45.00	50.50	51.00	48.83
5	609.00	55.00	56.00	52.00	54.33
6	613.00	48.00	58.00	47.50	51.17
7	613.00	53.00	60.00	41.50	51.50
8	609.00	51.50	52.00	54.00	52.50
9	609.00	48.50	46.00	54.00	49.50
10	612.00	48.00	48.00	49.50	48.50
เฉลี่ย	611.10	51.00	53.10	50.90	51.67

ตารางที่ 4 ค่าพลังงานแรงกระแทก (Impact Energy : J)

กลุ่มที่	ค่าพลังงานแรงกระแทกของแต่ละตัวอย่าง (J)				
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	ค่าเฉลี่ย
กลุ่มที่ 1	8.00	9.00	8.00	8.00	8.25
กลุ่มที่ 2	9.80	10.00	8.80	9.20	9.45



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 ชิ้นงานที่ผ่านการทดสอบแรงกระแทก (ก) อบคืนตัวที่ 350°C (ข) ชุดที่ 2 อบคืนตัวที่ 450°C

- การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

การศึกษารอบของชิ้นงานทั้งสองกลุ่มที่ทดสอบในห้องปฏิบัติการ โดยการวัดน้ำหนักที่ลดลงต่อหน่วยพื้นที่ พบว่า น้ำหนักที่ลดลงต่อหน่วยพื้นที่ของชิ้นงานกลุ่มที่ 1 (อบคั้นไฟที่ 350 °C) มีค่าต่ำกว่า โดยมีค่าเฉลี่ย $1.63 \times 10^{-4} \text{ g/mm}^2$ และ น้ำหนักที่ลดลงต่อหน่วยพื้นที่เฉลี่ยของชิ้นงานกลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $2.07 \times 10^{-4} \text{ g/mm}^2$ รายละเอียดของน้ำหนักที่ลดลงของแต่ละชิ้นงานเป็นดังตารางที่ 5 และ 6

ตารางที่ 5 น้ำหนักของชิ้นงานกลุ่มที่ 1 (อบคั้นตัวที่ 350 °C)

ชั้นที่	น้ำหนัก (g)		ขนาด (mm)		พื้นที่(mm ²)	น้ำหนักที่ หายไป (g)	น้ำหนักที่ลดลงต่อพื้นที่ (g/mm ²)
	ก่อน	หลัง	กว้าง	ยาว			
1	5.2816	5.2570	11.05	17.58	194.2590	2.46×10^{-2}	1.27×10^{-4}
2	7.9679	7.9397	10.08	15.81	159.3648	2.82×10^{-2}	1.77×10^{-4}
3	5.0701	5.0455	11.03	15.46	170.5238	2.46×10^{-2}	1.44×10^{-4}
4	5.2413	5.2179	10.21	17.40	177.6540	2.34×10^{-2}	1.32×10^{-4}
5	5.5491	5.5223	11.03	17.22	189.9366	2.68×10^{-2}	1.41×10^{-4}
6	8.4182	8.3893	10.83	17.71	191.7993	2.89×10^{-2}	1.51×10^{-4}
7	7.7680	7.7434	10.04	15.47	155.3188	2.46×10^{-2}	1.58×10^{-4}
8	8.2645	8.2387	10.98	15.29	167.8842	2.58×10^{-2}	1.54×10^{-4}
9	5.2082	5.1851	11.28	15.99	180.3672	2.31×10^{-2}	1.28×10^{-4}
10	4.7115	4.6852	10.15	15.86	160.9790	2.63×10^{-2}	1.63×10^{-4}
เฉลี่ย	6.34804	6.3224	10.668	16.379	174.8087	2.56×10^{-2}	1.47×10^{-4}

ตารางที่ 6 น้ำหนักของชิ้นงานกลุ่มที่ 2 (อบคั้นตัวที่ 450 °C)

ชั้นที่	น้ำหนัก (g)		ขนาด (mm)		พื้นที่(mm ²)	น้ำหนักที่ ลดลง (g)	น้ำหนักที่ลดลงต่อพื้นที่ (g/mm ²)
	ก่อน	หลัง	กว้าง	ยาว			
1	4.3357	4.2944	11.10	15.04	166.9440	4.13×10^{-2}	2.47×10^{-4}
2	4.3728	4.3383	10.05	15.03	151.0515	3.45×10^{-2}	2.28×10^{-4}
3	4.7174	4.6839	11.03	15.24	168.0972	3.35×10^{-2}	1.99×10^{-4}
4	4.6989	4.6699	11.19	15.03	168.1857	2.90×10^{-2}	1.72×10^{-4}
5	4.5623	4.5321	10.06	15.03	151.2018	3.02×10^{-2}	2.00×10^{-4}
6	4.7592	4.7193	11.05	15.31	169.1755	3.99×10^{-2}	2.36×10^{-4}
7	4.4311	4.4063	10.21	14.95	152.6395	2.48×10^{-2}	1.62×10^{-4}
8	4.5148	4.4895	10.06	15.06	151.5036	2.53×10^{-2}	1.67×10^{-4}
9	4.1479	4.1187	10.15	15.05	152.7575	2.92×10^{-2}	1.91×10^{-4}
10	4.5077	4.4752	10.15	15.02	152.453	3.25×10^{-2}	2.13×10^{-4}
เฉลี่ย	4.5048	4.728	10.505	15.076	158.4009	3.202×10^{-2}	2.017×10^{-4}

- การศึกษาจากการทดสอบใช้งาน

น้ำหนักที่ลดลงของชิ้นงานแต่ละชิ้นจะนำมาคำนวณค่าการสึกหรอต่อน้ำหนักของอ้อยที่ตัดได้ ค่าการสึกหรอเฉลี่ยของชิ้นงานกลุ่มที่ 1 มีค่าประมาณ 99.1 กรัม เมื่อคิดค่าต่อน้ำหนักของอ้อยที่ตัดได้ จะมีค่าเฉลี่ยของการสึกหรอต่อตันอ้อยเท่ากับ 0.0826 กรัมต่อตันอ้อย และกลุ่มที่ 2 มีค่าการสึกหรอเฉลี่ย 88.3 กรัม และเมื่อคิดค่าการสึกหรอเฉลี่ยต่อตันอ้อยจะมีค่าเท่ากับ 0.0736 กรัมต่อตันอ้อย รายละเอียดของการสึกหรอของชิ้นงานแต่ละชิ้นเป็นดังตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 น้ำหนักที่ลดลงของมีดชุดที่ 1 (อบคั้นตัวที่ 350 °C) เมื่อตัดอ้อยได้ 1200 ตัน

ชั้นที่	น้ำหนัก (g)			น้ำหนักที่ลดลงต่อตันอ้อย (g/Ton)
	ก่อนตัด	หลังตัด	ลดลง	
1	608	525	83	0.0692
2	608	505	103	0.0858
3	609	515	94	0.0783
4	613	520	93	0.0775
5	612	500	112	0.0933
6	612	518	94	0.0783
7	612	506	106	0.0883
8	612	504	108	0.0900
9	612	512	100	0.0833
10	612	514	98	0.0817
เฉลี่ย	611.00	511.90	99.10	0.0826

ตารางที่ 8 น้ำหนักที่หายไปของมีดชุดที่ 2 (อบคั้นตัวที่ 450 °C) เมื่อตัดอ้อยได้ 1200 ตัน

ชั้นที่	น้ำหนัก (g)			น้ำหนักที่ลดลงต่อตันอ้อย (g/Ton)
	ก่อนตัด	หลังตัด	ลดลง	
1	607	520	87	0.0725
2	614	527	87	0.0725
3	610	526	84	0.0700
4	615	518	97	0.0808
5	609	524	85	0.0708
6	613	529	84	0.0700
7	613	525	88	0.0733
8	609	516	93	0.0775
9	609	518	91	0.0758
10	612	525	87	0.0725
เฉลี่ย	611.10	522.80	88.30	0.0736

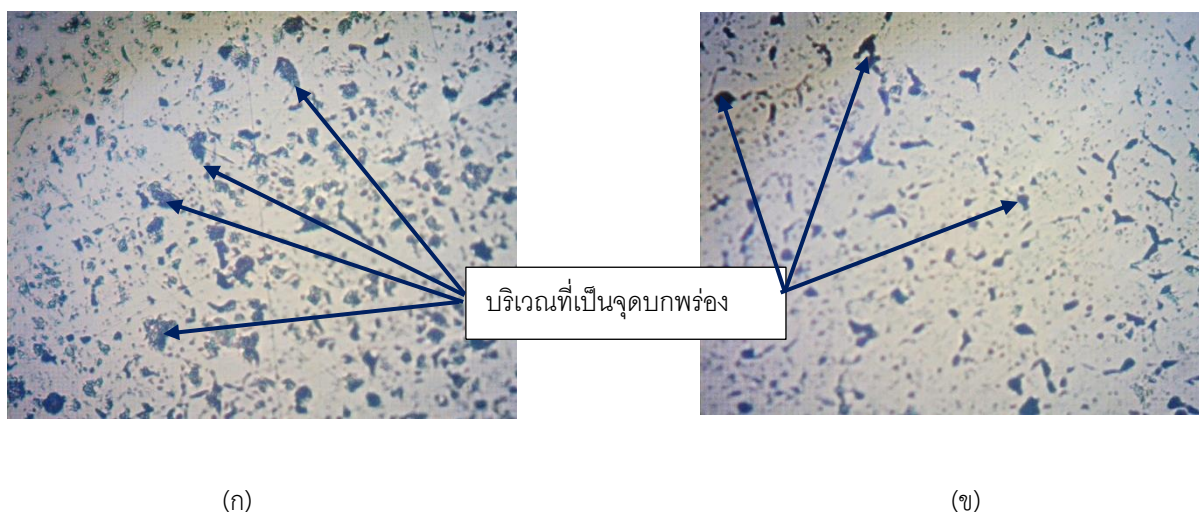
ค่าความแข็งของชิ้นงานทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

จากการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ โดยใช้สถิติทดสอบ t (t-test) ที่ระดับ α 0.05 พบว่า ค่าความแข็งของชิ้นงานทั้งสองกลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 9) (ค่า $t = 0.129$ และ $p\text{-value} = 0.449$ สูงกว่าระดับนัยสำคัญ) หมายความว่า อุณหภูมิการอบคืนตัวที่แตกต่างกัน ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าความแข็งของชิ้นงาน ทั้งนี้เพราะวัตถุประสงค์หลักของการอบคืนตัวนั้น เป็นการคลายเครียด (Stress relief) หรือ ค่าความตึงตกค้าง (Residual stress) [7] มากกว่าที่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของชิ้นงาน อย่างไรก็ตามอุณหภูมิในการอบคืนตัว จะต้องไม่สูงถึงระดับอุณหภูมิที่จะทำให้เกิดผลึกใหม่ (Recrystallization)

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบค่าความแข็งของชิ้นงานทั้งสองกลุ่ม

กลุ่ม	n	$\bar{x}$	S.D.	df	t	p-value
กลุ่มที่ 1	10	51.784	3.004	18	0.129	0.449
กลุ่มที่ 2	10	51.667	5.238			

จากการทดสอบค่าความเหนียวของชิ้นงานด้วยสถิติทดสอบ t พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีค่าความเหนียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยชิ้นงานในกลุ่มที่ 2 มีค่าความเหนียวสูงกว่า (ตารางที่ 10) สาเหตุที่ทำให้กลุ่มที่ 2 มีค่าความเหนียวสูงกวานั้นเป็นเพราะ การอบที่อุณหภูมิที่สูงกว่า และมีระยะเวลานานกว่าจะทำให้ จำนวน dislocation ภายผลึกลดลง และจุดบกพร่องต่าง ๆ ลดลง ซึ่งเป็นผลทำให้ความเหนียวเพิ่มมากขึ้นซึ่งเมื่อพิจารณาโครงสร้างผลึกของชิ้นงานทั้งสองกลุ่ม จะพบว่า ชิ้นงานกลุ่มที่ 2 มี จุดบกพร่องต่ำกว่า (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ลักษณะของโครงสร้างภายใน (ก) ชิ้นงานกลุ่มที่ 1 (ข) ชิ้นงานกลุ่มที่ 2 (กำลังขยาย 500 เท่า)

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบค่าความเหนียวของชิ้นงานทั้ง 2 กลุ่ม

กลุ่ม	n	$\bar{x}$	S.D.	df	t	p-value
กลุ่มที่ 1	4	8.25	0.25	6	- 3.226	0.009
กลุ่มที่ 2	4	9.45	0.303			

เปรียบเทียบการสึกหรอ

การทดสอบการสึกหรอ ทั้งในห้องปฏิบัติการ และการจากการใช้งานจริง พบว่า การสึกหรอมีความแตกต่างกัน โดยการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่า ชิ้นงานกลุ่มที่ 2 มีการสึกหรอสูงกว่า ชิ้นงานกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (ตารางที่ 11) แต่ในการทดสอบการใช้งานจริงพบว่า ชิ้นงานกลุ่มที่ 1 มีการสึกหรอสูงกว่าชิ้นงานกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 (ตารางที่ 12) สาเหตุที่ การสึกหรอของชิ้นงาน จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และการใช้งานจริง มีผลตรงกันข้าม เป็นผลมาจาก โครงสร้างผลึกของชิ้นงานกลุ่มที่ 2 มีจุดบกพร่องต่ำกว่า ทำให้บริเวณที่สัมผัสกับกระดาษทรายมีมากกว่า จึงเกิดการขัดสี (Abrasive) สูงกว่า และในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ที่มีแรงกดต่อหน่วยพื้นที่ค่อนข้างสูง ทำให้เกิดการสึกหรอแบบยึดติด (Adhesive) ร่วมอยู่ด้วย และเนื่องจากชิ้นงานกลุ่มที่ 2 โครงสร้างผลึกมีจุดบกพร่องต่ำกว่า เมื่อเกิดการยึดติด เป็นผลทำให้เนื้อโลหะถูกฉีกออกมากกว่า [8] แต่เมื่อนำไปงาน การสึกหรอที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นการสึกหรอที่เป็นการขัดสี และเป็นชนิด 3 -body ทั้งนี้เพราะมีดินหรือทรายรวมถึงเศษของต้นอ้อยเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งการสึกหรอที่เป็นแบบขัดสีนี้ ชิ้นงานที่โครงสร้างผลึกมีจุดบกพร่องต่ำกว่าจะมีการการสึกหรอต่ำกว่า [9] ทำให้ชิ้นงานกลุ่มที่ 1 ซึ่งโครงสร้างผลึกมีจุดบกพร่องมากกว่า มีการสึกหรอสูงกว่าชิ้นงานในกลุ่มที่ 2

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบการสึกหรอของชิ้นงานทั้งสองกลุ่ม ในห้องปฏิบัติการ

กลุ่ม	n	$\bar{x}$	S.D.	df	t	p-value
กลุ่มที่ 1	10	1.47×10^{-4}	2.66×10^{-10}	38	- 5.086	3.84×10^{-5}
กลุ่มที่ 2	10	2.02×10^{-4}	8.69×10^{-10}			

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบการสึกหรอของชิ้นงานทั้งสองกลุ่ม ในการใช้งานจริง

กลุ่ม	n	$\bar{x}$	S.D.	df	t	p-value
กลุ่มที่ 1	10	0.083	5.08×10^{-5}	18	3.584	0.001
กลุ่มที่ 2	10	0.074	1.22×10^{-5}			

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า การอบคืนตัว เป็นการลดความเครียดให้กับชิ้นงาน ไม่มีผลทำให้ค่าความแข็งของชิ้นงานเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามการอบคืนตัวที่อุณหภูมิสูงจะมีผลทำให้จุดบกพร่องต่างๆ ภายในโครงสร้างผลึกลดลง ทำให้ชิ้นงานมีความเหนียวเพิ่มมากขึ้น และจากการเปรียบเทียบการสึกหรอที่เกิดในห้องปฏิบัติการ และจากการใช้งานจริงพบว่า ปัจจัยที่ทำให้เกิดการสึกหรอที่แตกต่างกัน และลักษณะของโครงสร้างผลึกที่แตกต่างกัน รวมถึงรูปแบบของการสึกหรอที่

แตกต่างกัน จะทำให้การสึกหรอของชิ้นงานแตกต่างกัน ถึงแม้ว่าชิ้นงานจะมีค่าความแข็งที่เท่ากันก็ตาม ดังนั้นการพิจารณาการสึกหรอของชิ้นงานจึงจะต้องพิจารณาจากหลายลักษณะ และการนำผลการทดลองจากห้องปฏิบัติการไปปรับใช้จำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบให้ครบถ้วน และการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ควรที่จะมีองค์ประกอบต่างๆ ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) โดยมีสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทรายแห่งประเทศไทย เป็นผู้กำกับดูแล

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชัยวัช โขเจริญสุข. **อุตสาหกรรมน้ำตาล**. [online] ค้นได้จาก www.krungsri.com/th/research/ ค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2564.
- [2] ผู้จัดการออนไลน์. **การค้า-อุตสาหกรรม-คมนาคม**. [ออนไลน์] ค้นได้จาก <https://mgronline.com> ค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2564.
- [3] Ministry of Agriculture, Government of India. **Self-propelled sugarcane harvester 'case IH, AUSTOFT 4000'**. Northern region farm machinery training and testing institute tractor Nagar, Sirsa road. Hisar -125001. 2015.
- [4] Hassan, M. A. **Evaluation of Cutting Blades Impact on Productivity and Performance of Sugar Cane Harvesting Machine**. J. of Soil Sciences and Agricultural Engineering, Mansoura Univ., Vol 10 (9):527-532, 2019
- [5] Iftikhar A. Channa, Aqeel Ahmed Shah, Shahid Hussain Abro, M.Ali Siddiqui, M. Mujahid and Ali Dad Chandio. **Effect of Tempering Temperature on the Properties of Martensitic Stainless Steel AISI-420** Sukkur IBA journal of Emerging Technologies. Vol 2, No 1. 2019
- [6] ASTM G99-95, **Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2000.
- [7] อุษณีย์ กิตกัธ. **การอบชุบทางความร้อนของโลหะ**. (ออนไลน์). ค้นได้จาก http://personal.sut.ac.th/heattreatment/context/Quenching_And_Tempering.html. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2564.
- [8] ณัฐศักดิ์ พรพุดศิริ และ ประสาน แสงเขียว. **การศึกษาพฤติกรรมการต้านทานการสึกหรอแบบยึดเกาะของฟันซี่ในงานแม่พิมพ์ตัด**. การประชุมวิชาการงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2555. ชะอำ เพชรบุรี. 2555.
- [9] S.R. Thorat, A.G. Thakur, **Analysis of surface roughness and wear resistance in low plasticity burnishing process using multi-objective optimization technique**, Materials Today: Proceedings, Volume 41, Part 5, 2021, Pages 1082-1088

การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล

Efficiency Improvement in Plastic Recycle Process

มานพ ดอนหมื่น¹ อลิษา เกษทองมา² โยธิน สุริยมาตร¹ และ เจษฎา คำภูมิ^{1*}

Manop Donmuen¹ Alisa Kedtongma² Yothin Suruyamas¹ and Jatesada Kumphumee^{1*}

¹คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย 40000

²คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย 40000

¹Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus, Khon Kaen, Thailand 40000

²Faculty of Business Administration and Information Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen Campus, Khon Kaen, Thailand 40000

*Corresponding author: jatemummy@gmail.com

Received 21 April 2022, Accepted 29 June 2022, Published 30 June 2022

บทคัดย่อ

พลาสติกมีบทบาทต่อวิถีชีวิตประจำวันของคนทั่วโลกเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสถานการณ์การระบาดของไวรัสโควิด-19 ทำให้แนวโน้มการใช้พลาสติกเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดขยะพลาสติกที่เพิ่มมากขึ้นตามมา ส่งผลให้ต้องนำมากำจัด หรือรีไซเคิล งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล เพื่อความลดต้นทุนในการทำงาน ลดของเสียในการผลิต โดยคณะผู้วิจัยได้พัฒนาชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกเข้าเครื่องหลอมแบบอัตโนมัติ เพื่อนำมาใช้ในกระบวนการหลอมพลาสติกเพื่อรีไซเคิล ก่อนการปรับปรุงพบว่าเศษพลาสติกเข้าเครื่องหลอมใช้เวลาเฉลี่ย 5.06 นาทีต่อรอบการเติม และมีความสูญเสียการตกหล่นของเศษพลาสติกระหว่างการเติมเฉลี่ย 0.20 กิโลกรัมต่อรอบ หลังการปรับปรุงการยกเติมเศษพลาสติกกลบกรวยใช้เวลาเฉลี่ย 2.06 นาทีต่อรอบ คิดเป็น 60% ของเวลาที่ลดลง และมีเศษพลาสติกตกหล่นระหว่างการเติม 0.05 กิโลกรัมต่อรอบ คิดเป็น 75% ของการลดการเกิดของเสียในด้านผลลัพธ์ที่ประหยัดได้ พบว่าสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้ 245,134 บาทต่อปี มีระยะเวลาการคืนทุนอยู่ที่ประมาณ 1 ปี 1 เดือน ซึ่งสามารถลดความเมื่อยล้าให้แก่พนักงาน และลดต้นทุนการผลิต อันเป็นการเพิ่มกำไรให้กับองค์กรได้ในอนาคต

คำสำคัญ: พลาสติกรีไซเคิล ลดของเสียกระบวนการผลิต สายพานลำเลียง พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ

ABSTRACT

Obviously, plastic has been a necessary stuff to people daily lives across the world. Using of plastic has increased during Covid-19 pandemic that produce more plastic waste. Recycle or waste management is needed to figure out. The objective of this study is to enhance efficiency of recycling plastic pellets production process, to reduce the operation time and waste in the manufacturing process. The researchers develop a conveyor for transporting plastic (Low density polyethylene; LDPE) to the hopper of plastics extruder machine to use in the recycled plastic pellets production process. Originally, loading time of plastic to the hopper takes 5.06 minutes per cycle and loss of plastic scraps dropped during the loading is average 0.20 kilogram per cycle. After the improvement, loading time is to become 2.06 minutes per

cycle or equivalent 60% for save a loading time and plastic dropped during loading 0.05 kilogram per cycle or equivalent 75% for waste reduction. In economical part, the process improvement can save operation costs around 245,134 baht per year. The payback period is approximately 1 year and 1 month. Eventually, this study can help reduce fatigue among employees and assist reducing the operation costs and beneficially raise up the company profits.

Keywords: Plastic recycle, Reduce production waste, Conveyor, Low density polyethylene

บทนำ

พลาสติกมีบทบาทต่อวิถีชีวิตประจำวันของคนทั่วโลกเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนที่อยู่ในรถยนต์ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ขวดน้ำ ถังพลาสติก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสถานการณ์การระบาดของไวรัสโควิด-19 ยิ่งผู้คนหันมาเลือกใช้บริการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์และบริการสั่งอาหาร ทำให้แนวโน้มการใช้พลาสติกเพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดขยะพลาสติกจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกใส่อาหาร และเครื่องใช้ชนิดต่าง ๆ ซึ่งทั้งกระบวนการผลิตและการกำจัดขยะพลาสติกยังปล่อยมลพิษสู่พื้นดิน อากาศ และแหล่งน้ำ ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของของผู้นคนและสิ่งแวดล้อม โดยใช้ระยะเวลาในหลุมฝังกลบนานถึง 450 ปี จึงจะย่อยสลายหมด รวมถึงขยะพลาสติกถูกส่งเข้าสู่กระบวนการจัดการอย่างถูกวิธีมีปริมาณที่น้อย จากงานวิจัยในปี 2562 [1] พบว่าการกำจัดขยะพลาสติกที่นิยม มี 3 แนวทางคือ 1) รีไซเคิล 2) การเผา และ 3) การฝังกลบซึ่งเป็นทางเลือกที่ไม่ค่อยได้รับความนิยมและปัจจุบันค่อย ๆ หายไปเล็กรวการดังกล่าวในยุโรป

สำหรับประเทศไทย จากข้อมูลจากกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่าขยะมูลฝอยประเภทถุงพลาสติก และพลาสติกชนิดอื่น ๆ เช่น กล่อง ถาด ขวด ฝาขวด สำ มีเพียง 25% เท่านั้นที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ ที่เหลือ 75% เป็นขยะพลาสติกแบบใช้ครั้งเดียวทิ้ง (Single use plastics) เช่น ถุงใส่อาหาร ถุงหิ้ว แก้วพลาสติก กล่องพลาสติก กล่องโฟม เป็นต้น โดยในปี 2560 มีการผลิตเม็ดพลาสติกภายในประเทศ 8.518 ล้านตัน

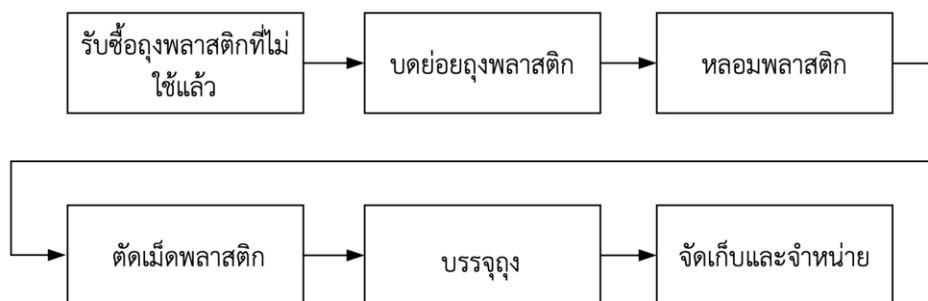
ในปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานรีไซเคิลกว่า 5,300 แห่ง โรงงานรีไซเคิลส่วนใหญ่นำเข้าวัตถุดิบจากร้านรับซื้อขนาดใหญ่เพื่อนำมาเข้ากระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล จากนั้นจะนำพลาสติกมาบดย่อยลง แล้วนำไปหลอมเป็นเส้นยาว ตัดให้เป็นเม็ดแล้วบรรจุเพื่อจัดเก็บ และนำไปจำหน่าย ดังภาพที่ 1 มีปัญหาที่เกี่ยวข้องด้านการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลมากมายซึ่งมีนักวิจัยอยู่หลายท่านที่พัฒนางานวิจัยในด้านนี้ เช่น การพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับการฉีดขึ้นรูปในกระบวนการรีไซเคิล [2] และพัฒนาเครื่องอัดรีดเพื่อการผลิตเส้นพลาสติกสำหรับการพิมพ์ 3 มิติจาก วัสดุรีไซเคิล [3] หรือที่เกี่ยวข้องกับพนักงาน เช่น การศึกษาในด้านปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างของพนักงาน [4] นอกจากนั้นม้งานวิจัยด้านบริหารจัดการการผลิต เช่น งานควบคุมคุณภาพ [5] การพัฒนาตัวแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ [6]

ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลซึ่งมีกระบวนการผลิต ดังภาพที่ 1 พบว่าในขั้นตอนการหลอมเศษพลาสติกจะใช้พนักงานปฏิบัติงาน 1 คนต่อเครื่องหลอม 1 เครื่อง ซึ่งพนักงานดังกล่าวมีงานที่ต้องปฏิบัติหลายหน้าที่เริ่มตั้งแต่เปิดเครื่องหลอม ตักเศษพลาสติกที่ได้จากการย่อยใส่ในถังใส่วัตถุดิบของเครื่องหลอม (Hopper) เปลี่ยนตะแกรงเครื่องหลอม และควบคุมการทำงานของเครื่องหลอม ซึ่งพบปัญหาการลำเลียงเศษพลาสติกที่ได้จากการย่อยใส่ Hopper เนื่องจากในการปฏิบัติงานต้องใช้พนักงานตักเศษพลาสติกใส่ถังพลาสติกโดยรวมมีน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัมต่อถังแล้วยกขึ้นเติมวัตถุดิบใส่บนกรวยบรรจุเศษที่ความสูงประมาณ 2.5 เมตร ในทุก ๆ 10 นาที ประมาณ 6 รอบต่อชั่วโมง หรือ 48 รอบต่อกะต่อวัน หรือ 144 รอบต่อวัน (เครื่องจักรทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็น 3 กะการปฏิบัติงาน) โดยขั้นตอนการ

ขนถ่ายเศษพลาสติกใช้เวลาเฉลี่ย 5.06 นาที ขั้นตอนแบ่งออกเป็น การตัดเศษพลาสติกใส่ถังเฉลี่ย และการยกถังขึ้นเติมวัตถุดิบบนถังใส่วัตถุดิบ ซึ่งยังขาดอุปกรณ์หรือเครื่องมือช่วยในการทำงาน ส่งผลให้เกิดของเสียจากการเติมวัตถุดิบ โดยมีความสูญเสียการหกหล่นของเศษพลาสติกเฉลี่ย 0.20 กิโลกรัมต่อรอบ คิดเป็นมูลค่าความสูญเสีย 155,520 บาท/ปี นอกจากนั้นพนักงานยังเกิดความเมื่อยล้า ไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผลผลิตภาพ เกิดปัญหาสุขภาพและส่งผลต่อการทำงานของพนักงานในระยะยาว

มีนักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาในด้านการเพิ่มผลผลิตภาพและประสิทธิภาพในกระบวนการ โดยการบริหารจัดการกระบวนการผลิต เช่น วิธีการจัดสมดุลสายการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนไฟฟ้า [7] นอกจากนั้นมีของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านการประสิทธิภาพโดยการปรับปรุงหรือสร้างเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อช่วยลดเวลาการทำงานหรือเพิ่มประสิทธิภาพด้านอื่น ๆ เช่น การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องทำขนมจีนแบบกึ่งอัตโนมัติ [8] การเพิ่มผลผลิตภาพในกระบวนการตัดโค้งตะแกรงชุดโค้งบนของการผลิตเครื่องนวดข้าว [9] การพัฒนาเครื่อง Special-Purpose Modular (SPM) เพื่อเปรียบเทียบกับเครื่อง CNC ในงานเจาะทำเกลียวในและผายปากกรู [10] อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยที่ทำการพัฒนาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์เพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าการทำงานของพนักงาน เช่น การออกแบบสถานที่ทำงานแบบขนานพร้อมกับโต๊ะแบบหมุนได้หลายแบบตามหลักสรีรศาสตร์เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตภาพ ลดความเมื่อยล้าและการบาดเจ็บ [11] การลดของเวลานำการส่งมอบและปริมาณสินค้าคงคลังของคลังสินค้าด้วยการออกแบบอุปกรณ์ขนถ่ายและวิธีทางกายศาสตร์ [12]

จากสภาพปัญหาในเบื้องต้นและจากการทบทวนวรรณกรรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลโดยอาศัยหลักการพัฒนาเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล เพื่อลดความล่าช้า ลดของเสียในกระบวนการผลิต ลดต้นทุนและช่วยเพิ่มกำไรให้กับองค์กรในอนาคต



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล

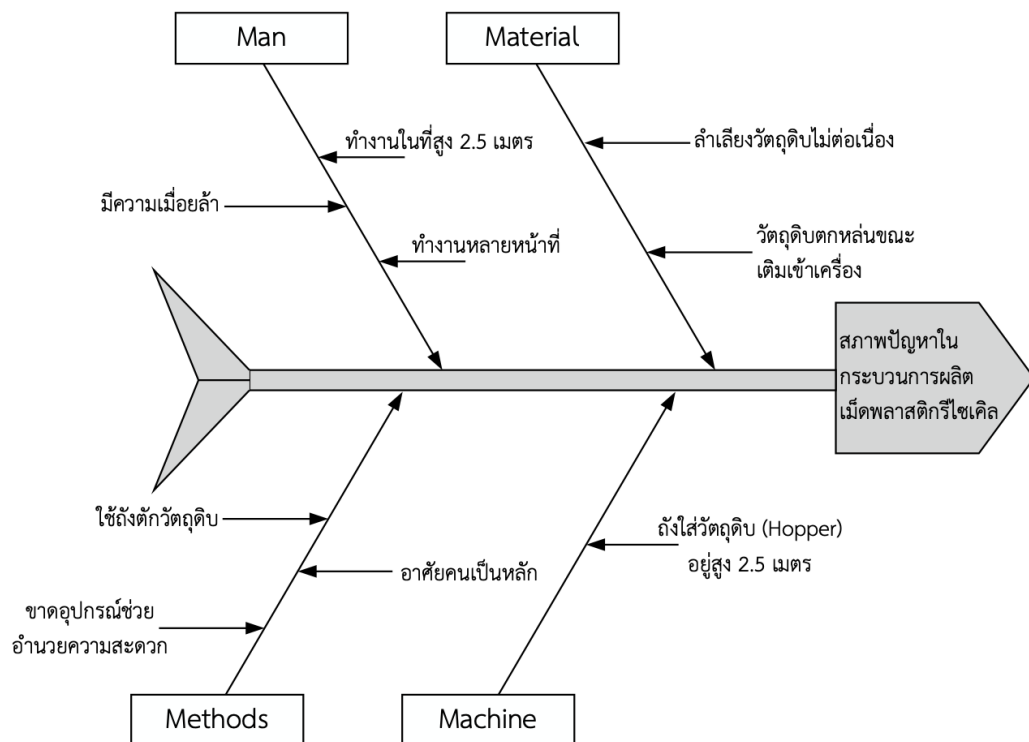
วิธีดำเนินการวิจัย

1. สำรวจและวิเคราะห์สภาพปัญหา

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลสภาพปัญหาในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล พบว่ามีปัญหา ได้แก่ ปัญหาการขนถ่ายเศษพลาสติกที่ได้จากการย่อยลำเลียงไปยัง Hopper ขาดอุปกรณ์หรือเครื่องมือช่วยในการทำงาน พนักงานเกิดความเมื่อยล้า และเกิดของเสียในกระบวนการ โดยผู้วิจัยศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อปัญหาในกระบวนการผลิตด้วยผังก้างปลา โดยพิจารณาตามหลัก 4M ได้แก่ ด้านวัตถุดิบ (Material) ด้านคน (Man) ด้านเครื่องจักร (Machine) ด้านวิธีการ (Methods) ดังภาพที่ 2 สามารถอธิบายได้ดังนี้

- ด้าน Material พบว่า การลำเลียงวัตถุดิบไม่ต่อเนื่อง
- ด้าน Man พบว่า พนักงานมีความเมื่อยล้า ทำงานในที่สูง 2.5 เมตร ดังภาพที่ 3 และทำงานหลายหน้าที่
- ด้าน Machine พบว่า ถัง Hopper ใส่วัตถุดิบ อยู่สูง 2.5 เมตร
- ด้าน Methods พบว่า ต้องอาศัยคนเป็นหลัก ใช้ถังตักวัตถุดิบ ดังภาพที่ 4 และขาดอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวก

จากการวิเคราะห์ผังก้างปลาของกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล สรุปประเด็นปัญหาคือ เกิดปัญหาด้านการลำเลียงวัตถุดิบ จากพลาสติกที่กองอยู่บนพื้นขึ้นไปยัง Hopper ของเครื่องหลอมพลาสติก ซึ่งใช้พนักงานในการตักพลาสติกใส่ถังที่มีน้ำหนักหลังการบรรจุเฉลี่ย 30 กิโลกรัม แล้วยกขึ้นไปเติม โดยความสูงของ Hopper ห่างจากพื้นดิน 2.5 เมตร ทำให้พนักงานต้องแบกลำเลียงขึ้นตลอดเวลาการทำงาน ส่งผลให้เกิดการทำงานที่ล่าช้าการทำงาน และเกิดความเมื่อยล้า นอกจากนั้นยังส่งผลให้เกิดการตกหล่นวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก



ภาพที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุปัญหาของกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลด้วยแผนภูมิ ก้างปลา



ภาพที่ 3 การยกถังขึ้นเติมวัตถุดิบใส่บน Hopper ของเครื่องหลอม



ภาพที่ 4 ถังตักเศษพลาสติกที่ผ่านการบดย่อย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวจึงเป็นที่มาของงานวิจัย การปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล โดยการสร้างชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกเพื่อบรรจุใส่ Hopper บรรจุวัตถุดิบเข้าเครื่องหลอมแบบอัตโนมัติ เพื่อช่วยลดเวลาการเติมวัตถุดิบ ช่วยลดเมื่อยล้าของพนักงาน และลดของเสียในกระบวนการผลิต

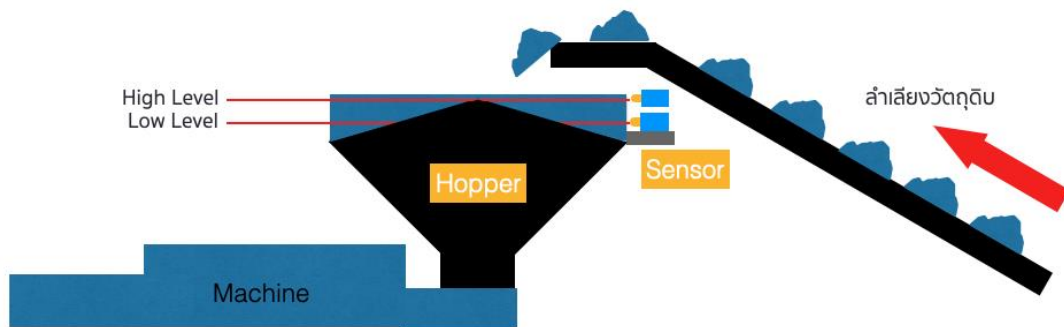
2. การสร้างชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกเพื่อบรรจุใส่ถังบรรจุวัตถุดิบเข้าเครื่องหลอมแบบอัตโนมัติ

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาโครงการทำงานของชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติก ซึ่งวัตถุดิบที่ต้องลำเลียงเป็นพลาสติกชนิด Low density polyethylene (LDPE) ดังภาพที่ 5 เป็นพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน (Polyethylene) ที่มีความหนาแน่นต่ำ น้ำหนักเบา เพื่อบรรจุใส่ Hopper เข้าเครื่องหลอมแบบอัตโนมัติ ซึ่งชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกเพื่อบรรจุใส่ถังบรรจุวัตถุดิบเข้าเครื่องหลอมแบบอัตโนมัติ ประกอบไปด้วย มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นชุดต้นกำลังผ่านชุดเกียร์ทดรอบสำหรับทดรอบการหมุนของสายพาน ซึ่งมีชุด Roller เป็นตัวขับเคลื่อนสายพาน โดยมีหลักการทำงาน คือ เมื่อเติมพลาสติกลงบนถังใส่วัตถุดิบจนเต็ม จากนั้นสายพานจะลำเลียงเศษพลาสติกเข้าสู่เครื่องหลอมไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเศษพลาสติกไปอยู่ในระยะ Sensor ระดับบน (High level) จะทำให้มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานหยุดทำงาน จากนั้นเครื่องหลอมพลาสติกจะหลอมไปเรื่อย ๆ ส่งผลให้เศษพลาสติกตกลง จนกระทั่งเศษพลาสติกอยู่ในระดับต่ำกว่าระยะ Sensor ระดับล่าง (Low level) ชุดสายพาน

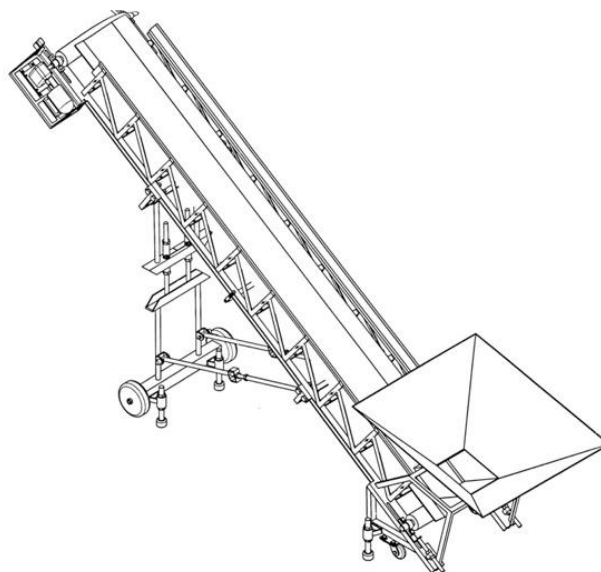
ลำเลียงเศษพลาสติกก็จะเริ่มทำงานอีกครั้ง ดังภาพที่ 6 และผลลัพธ์แนวความคิดการออกแบบชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกอัตโนมัติ แสดงดังภาพที่ 7 สำหรับข้อมูลด้านเทคนิคของชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกอัตโนมัติ สามารถแสดงดังตารางที่ 1



ภาพที่ 5 ตัวอย่างวัตถุดิบที่ใช้ในการลำเลียง



ภาพที่ 6 แนวคิดการออกแบบระบบการทำงานสายพานลำเลียงแบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 7 การออกแบบชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกอัตโนมัติ

รายละเอียด	ข้อมูลด้านเทคนิค
ความกว้างสายพาน	0.7 เมตร
ความยาวช่วงการลำเลียง	5 เมตร
ความสูงช่วงการลำเลียง (ปรับระดับได้)	2.5-3.0 เมตร
ความยาวสายพาน	5.8 เมตร
ขนาดมอเตอร์ไฟฟ้า	1 แรงม้า
ความเร็วรอบ	1,450 รอบต่อนาที
อัตราทด	1:20
ความเร็วสายพาน	20 เมตรต่อนาที
ประเภทเซนเซอร์	Photoelectric Sensors
ความจุของชุด Hopper	60 กก.
กำลังไฟฟ้าของเครื่อง	0.8 kW
แรงดันไฟฟ้า	220-380 โวลต์

ผลการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

3. ผลการสร้างชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกเพื่อบรรจุใส่ถังบรรจุวัตถุดิบเข้าเครื่องหลอมแบบอัตโนมัติ

ชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกเพื่อใส่ถังบรรจุวัตถุดิบเข้าเครื่องหลอมแบบอัตโนมัติเครื่องหลอมแบบอัตโนมัติถูกนำมาติดตั้งและใช้งาน เป็นไปตามแนวทางที่คณะผู้วิจัยวางแผนการดำเนินงานไว้ แสดงดังภาพที่ 8 จากนั้นคณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงาน จำนวน 10 รอบ ดังภาพที่ 9(ก) ภาพที่ 9(ง) ซึ่งจะทำการวัดผลการทำงาน 2 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเวลาการลำเลียงเศษพลาสติกลงถังบรรจุวัตถุดิบ พบว่าการลำเลียงเศษพลาสติกลงถังบรรจุวัตถุดิบ มีเวลาเฉลี่ย 2.06 นาทีต่อรอบ และ 2) ด้านความสูญเสียการตกหล่นของเศษพลาสติก มีค่าเฉลี่ย 0.05 กิโลกรัมต่อรอบ แสดงรายละเอียด ดังตารางที่ 2



ภาพที่ 8 ตำแหน่ง Sensor ในการติดตั้งที่ Hopper



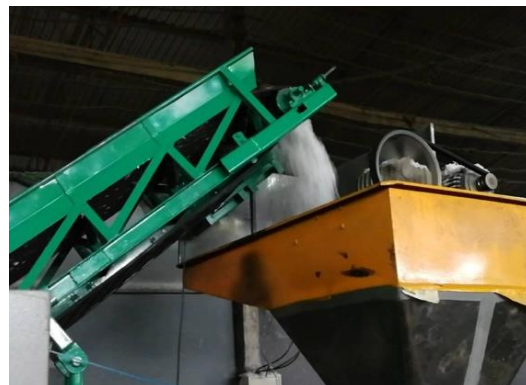
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 9 การทดสอบเครื่อง (ก) การทดสอบเบื้องต้น (ข) ทดสอบการเติมพลาสติก
(ค) และ (ง) ทดสอบการไหลของพลาสติกและระบบ Sensor

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกเพื่อบรรจุใส่ถังบรรจุวัตถุดิบเข้าเครื่องหลอมแบบอัตโนมัติ

รายการ	รอบที่										ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1) เวลาการ ลำเลียงเศษ พลาสติกลงถัง บรรจุวัตถุดิบ	2.2	2.05	2.17	2.13	1.75	2.34	1.89	1.97	2.22	1.88	2.06 นาที ต่อรอบ
2) ค ว า ม สูญเสียการตก หล่นของเศษ พลาสติก	0.059	0.047	0.058	0.055	0.045	0.055	0.043	0.048	0.052	0.042	0.05 กิโลกรัมต่อ รอบ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งานชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกเข้าเครื่องหลอม เปรียบเทียบวิธีการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าหลังการใช้งานชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกเข้าเครื่องหลอม มีเวลาดลดลงเฉลี่ย 3 นาทีต่อรอบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงลดเวลาอยู่ที่ 60% นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาด้านความสูญเสียการตกหล่นของเศษพลาสติก โดยเฉลี่ยลดลงเหลือ 0.15 กิโลกรัมต่อรอบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การปรับปรุงการลดความสูญเสียลงที่ 75% แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบวิธีการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง

รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่างเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์การปรับปรุง
1) เวลาการลำเลียงเศษพลาสติกถึงบรรจุวัตถุดิบ	5.06 นาทีต่อรอบ	2.06 นาทีต่อรอบ	3 นาทีต่อรอบ	60%
2) ความสูญเสียการตกหล่นของเศษพลาสติก	0.2 กิโลกรัมต่อรอบ	0.05 กิโลกรัมต่อรอบ	0.15 กิโลกรัมต่อรอบ	75%

4. การคำนวณด้านเศรษฐศาสตร์

ในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้ศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน และระยะเวลาการคืนทุน โดยในโครงการนี้ลงทุนค่าดำเนินงาน ค่าวัสดุอุปกรณ์และ ค่าแรงงานในการสร้างชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกเพื่อบรรจุใส่ถังบรรจุวัตถุดิบเข้าเครื่องหลอมแบบอัตโนมัติ ใช้งบประมาณ 250,000 บาท ประกอบไปด้วย ชุดกล่องควบคุมเซ็นเซอร์และระบบไฟฟ้า 50,000 บาท วัสดุสายพานลำเลียงและลูกกลิ้งลำเลียง 100,000 บาท งานโครงสร้างงานประกอบ 80,000 บาท และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ 20,000 บาท การคำนวณผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้คิดเป็นมูลค่าเงินบาทต่อปี นอกจากนั้นคณะผู้วิจัยจะคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้การสร้างชุดสายพานลำเลียงที่สร้างขึ้นโดยพิจารณาเฉพาะส่วนค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเป็นรายปี แล้วนำมาลบผลประโยชน์ เกิดเป็นมูลค่าสุทธิ เพื่อนำมาคิดระยะเวลาคืนทุนของการลงทุนในครั้งนี้ สามารถแสดงรายละเอียดการคำนวณ ดังสมการที่ 1 ดังนี้

$$C_f = W_s + M_s - E_c \quad (1)$$

เมื่อ

C_f คือ ผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน (บาทต่อปี)

W_s คือ ผลประโยชน์ด้านการลดเวลาการลำเลียงเศษพลาสติก (บาทต่อปี)

M_s คือ ผลประโยชน์เมื่อสามารถลดความสูญเสียการตกหล่นของเศษพลาสติก (บาทต่อปี)

E_c คือ ต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้งานของชุดสายพานลำเลียง (บาทต่อปี)

1) การคำนวณข้อมูลผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้เป็นมูลค่าเงิน จะแบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ ผลประหยัดเวลาการลำเลียงเศษพลาสติก และผลประหยัดเมื่อสามารถลดความสูญเสียการตกหล่นของเศษพลาสติก

ส่วนที่ 1 พิจารณาผลประหยัดเวลาการลำเลียงเศษพลาสติกจนถึงบรรจุวัตถุดิบ โดยมีแนวคิดที่ว่า หากลดเวลาการทำงานของคนงานลงได้ จะสามารถเทียบเป็นต้นทุนค่าแรงงานที่ลดลงได้ โดยคิดเป็นมูลค่าต่อปี สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} W_s &= \text{เวลาทำงานที่ลดลง} \times \text{จำนวนรอบแต่ละวัน} \times \text{ค่าแรงต่อวัน} \times \text{จำนวนวันทำงานต่อปี/8 ชม./วัน} \\ &= (3 \text{ นาที/รอบ} \times 144 \text{ รอบต่อวัน})/60 \text{ นาทีต่อชั่วโมง} \times (350 \text{ บาท/8 ชั่วโมง/วัน}) \times 288 \text{ วันต่อปี} \\ &= 90,720 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

ส่วนที่ 2 พิจารณาผลประหยัดเมื่อสามารถลดความสูญเสียการตกหล่นของเศษพลาสติก 0.2 กก/รอบการเติมจะสามารถเทียบเป็นต้นทุนค่าวัตถุดิบที่สูญเสียไปได้ โดยคิดเป็นมูลค่าต่อปี สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$\begin{aligned} M_s &= \text{ปริมาณที่ลดความสูญเสีย} \times \text{จำนวนรอบต่อวัน} \times \text{วันทำงาน} \times \text{ราคาวัตถุดิบ} \\ &= 0.15 \text{ กก./รอบ} \times 144 \text{ รอบต่อวัน} \times 288 \text{ วันต่อปี} \times 25 \text{ บาทต่อกิโลกรัม} \\ &= 155,520 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

2) การคำนวณต้นทุนด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้งาน

ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

$$\begin{aligned} \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของเครื่อง} &= 0.8 \text{ กิโลวัตต์/ชม.} \\ \text{เวลาในการทำงานของเครื่อง} &= 30 \text{ วินาที/รอบ} \\ \text{จำนวนรอบการเติมต่อวัน} &= 144 \text{ รอบต่อวัน} \\ \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย} &= 4 \text{ บาท (ประมาณการจากบิลค่าไฟฟ้า)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_c &= \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน} \times \text{เวลาในการทำงานของเครื่อง} \times \text{จำนวนรอบต่อวัน} \times \text{จำนวนวันทำงานต่อปี} \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย} \\ &= 0.8 \text{ กิโลวัตต์/ชม.} \times (30 \text{ วินาที/รอบ} / (3,600 \text{ วินาที/ชั่วโมง})) \times 144 \text{ รอบต่อวัน} \times 288 \text{ วันต่อปี} \times 4 \\ &= 1,106 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

3) ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ ส่วนที่ 1+ ส่วนที่ 2 ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้งาน

$$\begin{aligned} C_f &= 90,720 \text{ บาทต่อปี} + 155,520 \text{ บาทต่อปี} - 1,106 \text{ บาทต่อปี} \\ &= 245,134 \text{ บาทต่อปี} \end{aligned}$$

4) คำนวณระยะเวลาคืนทุน สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 2

$$PB = C_I / C_f \quad (2)$$

เมื่อ

PB คือ ระยะเวลาคืนทุน (ปี)

C_I คือ เงินลงทุนในโครงการ (บาท)

C_f คือ ผลตอบแทนจากการลงทุนหรือค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ (บาทต่อปี)

$$\begin{aligned} PB &= 250,000 \text{ บาท} / 245,134 \text{ บาท} \\ &= 1.02 \text{ ปี หรือประมาณ 1 ปี 1 เดือน} \end{aligned}$$

ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1 ปี 1 เดือน

คณะผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีซไคเคิล โดยออกแบบและสร้างชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกอัตโนมัติ เพื่อช่วยลดปัญหาเวลาการลำเลียงเศษพลาสติกลงถังบรรจุวัตถุดิบ และความสูญเสียการหกหล่นของเศษพลาสติก ผลการดำเนินงานพบว่าชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกอัตโนมัติ สามารถทำงานได้ดี ผลประหยัดเวลาการลำเลียงเศษพลาสติกลงถังบรรจุวัตถุดิบ ลดลง 3 นาทีต่อรอบการเติม คิดเป็น 60% ของเวลาที่ลดลง นอกจากนี้ยังลดความสูญเสียการหกหล่นของเศษพลาสติก 0.15 กิโลกรัมต่อรอบคิดเป็น 75% ของการลดการเกิดของเสีย ในด้านผลลัพธ์ที่ประหยัดได้จากการดำเนินโครงการพบว่าสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้ 245,134 บาทต่อปี มีระยะเวลาการคืนทุนประมาณ 1 ปี 1 เดือน

ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกอัตโนมัติ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกกรีซไคเคิล ซึ่งในเบื้องต้นผู้ใช้งานอาจจะยังไม่มี ความชำนาญในการใช้งานชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกในช่วงแรก เนื่องจากการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน ดังนั้นจึงต้องอาศัยเวลาในการปรับทัศนคติของวิธีการปฏิบัติงาน จึงจะสามารถเกิดความชำนาญในการใช้งานของชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกได้ นอกจากนี้ หากสามารถลดต้นทุนการสร้างชุดสายพานลำเลียงเศษพลาสติกเพื่อบรรจุใส่ถังบรรจุวัตถุดิบเข้าเครื่องหลอมแบบอัตโนมัติ ได้น้อยกว่า 250,000 บาท ก็จะสามารถมีระยะเวลาการคืนทุนเร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม แนวทางการส่งเสริมให้เกิดการคัดแยกวัสดุกรีซไคเคิล ตั้งแต่ต้นทาง เป็นแนวทางที่สำคัญแนวทางหนึ่งที่จะทำให้อุตสาหกรรมกรีซไคเคิลในประเทศไทย ประสบผลสำเร็จ ช่วยลดการปนเปื้อนจากการผลิต และช่วยทำให้มีปริมาณวัสดุกรีซไคเคิลที่เพียงพอ ส่งผลให้ภาคธุรกิจมีความน่าสนใจในอุตสาหกรรมนี้มากขึ้นในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัททรนัศึกษาศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ บุคลากร และข้อมูลในการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ที่ช่วยสนับสนุนเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย และการเขียนบทความ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Samak, N. A., Jia, Y., Sharshar, M. M., Mu, T., Yang, M., Peh, S., & Xing, J. 2020. Recent advances in biocatalysts engineering for polyethylene terephthalate plastic waste green recycling. *Environment International*, 145: 106144.
- [2] จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร, วัชร สุธะเรืองกุล, และนพพรวิษฐ์ วสันต์บังงัม. 2019. การวิเคราะห์การหดตัวของผลิตภัณฑ์ขึ้นงานฉีดขึ้นรูปพลาสติกกรีซไคเคิลด้วยการจำลองแบบและวิธีการทางสถิติ. *UBU Engineering Journal*, 12(2): 123-134.
- [3] วีระยุทธ จิตวิริยะ. การพัฒนาเครื่องอัดรีดเพื่อการผลิตเส้นพลาสติกสำหรับการพิมพ์ 3 มิติ จากวัสดุกรีซไคเคิล. 2021. *Industry Technology Lampang Rajabhat University*, 14(2):87-98.

- [4] พรนภา สรสิทธิ์, ฤทธิรงค์ พันธดี, กุณทลีย์ บังคะตานรา, ดวงดาว สุดาทิพย์, กานต์นลินญา บุญที และภัทราบุลย์ นาคสุสุข. 2565. กลุ่มอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างของพนักงานจัดการขยะในโรงงานอุตสาหกรรมรีไซเคิลพลาสติกแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี. *Health Science Journal of Thailand*, 4(1):10-20.
- [5] โรจน์ หอมขาลี, ดนัสวี นุทแสง และนคินทิพย์ ก้วสิทธิ์. 2563. การออกแบบและพัฒนาระบบการควบคุมคุณภาพกรณีศึกษา โรงงานผลิตเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล. *KKU Research Journal (Graduate Studies)*, 20(4):150-164.
- [6] กุลกันยา ศรีสุข, วีระชัย คอนจจอหอ, พัฒนพงษ์ วันจันทิก, และกฤต ขนวงศ์รัตน์. 2557. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิล. *วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์*, 9(2):59-68.
- [7] มานพ ดอนหมื่น และณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล. 2562. การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยวิธีการจัดสมดุลสายการผลิต. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, 13(2): 176-185.
- [8] มานพ ดอนหมื่น และคณะ. 2563. การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องทำขนมจีนแบบกึ่งอัตโนมัติ. หน้า. 526-537. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 ด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้ และสิ่งประดิษฐ์*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [9] โยธิน สุริยมาตร, มานพ ดอนหมื่น, ภูริพัส แสนพงษ์ และบุญกิจ อุ่นพิกุล. 2561. การเพิ่มผลผลิตภาพในกระบวนการตัดโค้งตะแกรงชุดโค้งบนของการผลิตเครื่องนวดข้าว. หน้า. 680-686. ใน *การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสถาปัตยกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 7*. ขอนแก่น
- [10] Plantard, P., Shum, H. P., & Multon, F. 2017. Usability of corrected Kinect measurement for ergonomic evaluation in constrained environment. *International Journal of Human Factors Modelling and Simulation*, 5(4): 338-353.
- [11] Battini, D., Faccio, M., Persona, A., & Sgarbossa, F. 2011. New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(1): 30-42.
- [12] Kuhlang, P., Edtmayr, T., and Sihn, W. 2011. Methodical approach to increase productivity and reduce lead time in assembly and production-logistic processes. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 4(1): 24-32.



วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
Journal of Science, Engineering and Technology
LOEI RAJABHAT UNIVERSITY



แบบเสนอเพื่อขอลงตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

ชื่อเรื่อง ภาษาไทย.....

Title English.....

ชื่อ-สกุล ผู้นิพนธ์หลัก ภาษาไทย.....

English.....

ที่อยู่ ภาษาไทย.....

Address English.....

รหัสไปรษณีย์..... โทรศัพท์..... โทรสาร.....

E-mail.....

ชื่อ-สกุล ผู้นิพนธ์ร่วม

1.

2.

3.

ประเภท ☐ บทความวิจัย (Research Articles)

สาขา ☐ วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาขา ☐ เทคโนโลยี

สาขา ☐ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาขา ☐ วิศวกรรมศาสตร์

สาขา ☐ วิทยาศาสตร์สุขภาพ

สาขา ☐ อื่นๆ ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ประเภท ☐ บทความวิชาการ (Review Articles)

คำยืนยันของผู้นิพนธ์ทุกท่าน

ข้าพเจ้าขอยืนยันว่าบทความนี้ไม่เคยเสนอหรือกำลังเสนอตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน และยินดีให้กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย เลือกสรรหาผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อพิจารณาต้นฉบับของข้าพเจ้าโดยอิสระและยินยอมให้กองบรรณาธิการฯ สามารถตรวจสอบแก้ไขต้นฉบับดังกล่าวได้ตามสมควร และยินยอมให้บทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

ลงชื่อ.....

วันที่...../...../.....

