

วารสารวิจัย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2561)

Science and Technology Research Journal Nakhon Ratchasima Rajabhat University

Vol.3 No.1 (July - December 2018)

ISSN : 2465-4507

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา



วารสารวิจัย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2561)

Science and Technology Research Journal Nakhon Ratchasima Rajabhat University

Vol.3 No.1 (July - December 2018)

ISSN : 2465-4507

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

เกี่ยวกับวารสาร

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวารสารวิจัยของคณะวิทยาศาสตร์และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา เริ่มพิมพ์เผยแพร่ในรูปแบบตีพิมพ์ตั้งแต่ปี 2559 เป็นต้นมา

ISSN : 2465-4507

วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นสื่อกลางการถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยี และ การวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระตุ้นการวิจัยและการพัฒนา การเรียนการสอนเพื่อเพิ่มจำนวนผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิทยาศาสตร์ และเป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารระหว่างนักวิทยาศาสตร์

ขอบเขตบทความวิจัย

วารสารนี้รับผลงานทางวิชาการที่เป็นต้นฉบับในรูปบทความวิจัย บทความวิจัยสื่อสาร อย่างสั้น และบทความวิชาการปริทรรศน์ สามารถส่งได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ มีขอบเขตบทความวิจัยที่สามารถลงตีพิมพ์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์เพื่อสังคมและชุมชน

กำหนดออก ปีละ 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – กรกฎาคม
ฉบับที่ 2 เดือนสิงหาคม – ธันวาคม

ประเภทของการประเมินต้นฉบับบทความเป็นแบบ “Single blinded”
ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ จำนวน 2 ท่านต่อ 1 บทความ

สถานที่ติดต่อ

งานวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำนักงานคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาคารปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น 2
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถนนสุรนารายณ์
ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-009-009 ต่อ 3222 โทรศัพท์/โทรสาร 044-272-939
E-mail : sci.vijai@gmail.com
Website : https://sciencetech.nrru.ac.th/research/journal

ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศร เนาวนนท์
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเศษ ตู้กลาง
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ดร.ดวงธิดา โคตรโยธา
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ประยุทธ กุศลรัตน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ฝ่ายจัดการวารสาร

นางจิตตรา ภูมิกระโทก
นางสาวพิชชานันท์ ศรีหมื่นไวย
นางสาวธมนวรรณพร ค้าคุ้ม

กองบรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงกต ทศานนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชฎาพร อุ่นศิวิไลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. น.สพ.ภคนิจ คุปพิทยานันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม เรืองวิริยะชัย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิวันท์ มนิมนากร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.พวงผกา แก้วกรม	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิระเดช มาจันแดง	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันชัย บุญรอด	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรา สิงห์ทอง	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุษกร ทองใบ	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สภาพร ชื่นชูจิตร	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทิพวัลย์ แสนคำ	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิริยา ลุ้งใหญ่	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.นิติ เอี่ยมชื่น	มหาวิทยาลัยพะเยา
ดร.วิภพ แพงวังทอง	มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ คงฤทธิ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ เพ็ชรประยูร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล วิสุทธิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรพงษ์ วงค์เขียว
ดร.มะลิวัลย์ สืบศาสนา
ดร.ปรีดิวัฒน์ วรรณบุษปวิช
ดร.ชิน ฮัว
ดร.วรฤทธิ์ กอปรสิริพัฒน์
ดร.ดวงสุดา โชคเฉลิมวงศ์
ดร.สิริกร กรมโพธิ์
สพ.ญ.พิมพ์ชนก โล่ห์ทองคำ
อาจารย์รัชนีกร มูลปา
อาจารย์อมรชัย ใจซื่อกุล
อาจารย์สุระ วรรณแสง
นายยุทธนา ตอสกุล

บทความหรือข้อคิดเห็นใดๆ ในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน ซึ่งไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของกองบรรณาธิการ และมิใช่ความรับผิดชอบของคณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2561) ได้จัดทำขึ้นโดยหน่วยวิจัยและบริการวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ซึ่งบทความในวารสารเป็นบทความที่ได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์การจัดทำเพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เป็นสื่อกลางรายงานความก้าวหน้าทางวิจัย และแลกเปลี่ยนแนวความคิดในการวิจัย การตีพิมพ์ ฉบับนี้ กองบรรณาธิการได้พิจารณาบทความวิจัยลงตีพิมพ์เผยแพร่ จำนวน 5 บทความ

ในการนี้ กองบรรณาธิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอเชิญชวนนักวิจัย นักวิชาการ นิสิต นักศึกษา เครือข่ายหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ส่งบทความที่ดีมีประโยชน์เผยแพร่ต่อสาธารณชน ในการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งทางวิชาการและการพัฒนาต่อยอดต่อไป หากท่านใดประสงค์ที่จะเป็นสมาชิก สามารถสมัครได้ตามระเบียบการตีพิมพ์แนบท้ายวารสารนี้และเว็บไซต์ https://sciencetech.nrru.ac.th/journal

สารบัญ

เรื่องที่ 1 การศึกษาการเจริญเติบโตของดาวเรือง “พาวเวอร์โกลด์” โดยใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของก้อนเชื้อเห็ดเก่า
ขวัญหทัย มวลสุข สุธิดา จีนกลาง และอนันตกร สุนทรพิทักษ์

เรื่องที่ 2 คุณสมบัติของจีโอโพลิเมอร์ดินขาวเผาและเถ้าหนักสำหรับเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีต
อาภา สธนเสาวภาคย์ ธีรภัทร มีมขุนทด ลิขิต อาจกล้า และวายุ มากมูล

เรื่องที่ 3 ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพน้ำนมพาสเจอไรส์
กนกพร คล้อยกลาง กาญจนา หอมบุตร ฐิติพร ทองเรือง และจิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี

เรื่องที่ 4 ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรไทยที่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อรา Achlya bisexualis BKKU 0504 และ Saprolegnia diclina BKKU 0506
ขวัญประเสริฐ พันธุ์ชัย ศรีนวล ตันสุวรรณ มุทิตา อุตมะพันธุ์ และสิริกรณ์ สร้อยศิรินุกูล

เรื่องที่ 5 การออกแบบและการพัฒนาเครื่องตำข้าวเม่า กรณีศึกษาบ้านโนนกุ่ม ตำบลดงใหญ่ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา
กัมพล แสงศรีเรือง ณัฐพงษ์ รุกขชาติ ธนดล นิลเนียม ธีรยุทธ ทำจ้อม อรรถพล จักรชัยและปรัชญ์ บุญแซม

การศึกษาการเจริญเติบโตของดาวเรือง “พาวเวอร์โกลด์” โดยใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของก้อนเชื้อเห็ดเก่า
A study on the effect of using used mushroom growing media as a component of growing media for the growth and owering of marigold “Power Gold”

ขวัญหทัย มวลสุข สุธิดา จีนกลาง อนันตกร สุนทรพิทักษ์

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของก้อนเชื้อเห็ดเก่าต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง“พาวเวอร์โกลด์” วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์(Completely Randomized Designed : CRD) ประกอบด้วย 4 สิ่งทดลอง คือ T1 = ดิน(ตัวควบคุม) T2 = ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ (1:1:1) T3 = ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:มูลโค (1:1:1:1) T4 = ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:ก้อนเชื้อเห็ดเก่า (1:1:1:1) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต คือ ความสูงของต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนใบ ขนาดของใบ ข้อมูลการให้ดอก คือ จำนวนวันที่ให้ตุ่มดอกแรกและขนาดดอก พบว่าต้นดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มี ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:มูลโค (1:1:1:1)เจริญเติบโตดีที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กับสิ่งทดลองอื่น รองลงมาคือวัสดุที่มีแต่ ดิน (T1) และวัสดุปลูกที่มีดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:ก้อนเชื้อเห็ดเก่า (1:1:1:1) (T4) และดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มี ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ(1:1:1) (T2) มีการเจริญเติบโตน้อยที่สุด ดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:มูลโค (1:1:1:1)ให้ดอกเร็วที่สุด (T3) คือ 53 วัน รองลงมาคือ T1 และ T4 คือ 64 และ 72 วัน สำหรับต้นดาวเรืองที่ปลูกในดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ (1:1:1) (T2) พบว่าต้นและใบมีอาการเหลืองและตายเมื่อต้นอายุ 45 – 47 วันหลังเพาะเมล็ด และไม่มีดอก

คำสำคัญ: ดาวเรือง วัสดุปลูก ก้อนเชื้อเห็ดเก่า

หลักสูตรสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000
Agriculture Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima, 30000

Abstract

The objective of this experiment was to study the effect of using used mushroom growing media as a growing media component for the growth of marigold “Power Gold”. A complete randomized design (CRD) was used for this study. The 4 treatments that were used as growing media in the experiment were identified as T1, T2, T3 and T4. T1 (Control) was plain soil. T2 was soil : coconut coir : black husk (1:1:1) . T3 was soil : coconut coir : black husk : cow manure (1:1:1:1) . T4 was soil : coconut coir : black husk : cow manure : used mushroom growing media (1:1:1:1:1). The height, stalk diameter, number of leaves, size of the leaves, date of first flower bud, and size of the bloom of the Power Gold growth in these 4 treatments was measured and recorded. The result of the study showed that the marigold growing in the T3 growing media grew the fastest and showed a significant difference from the growth of marigolds growing in other media. The second and third best media for marigold growth were T1 and T4 respectively. The marigold growing in T3 gave the first flower bud faster than in other growing media, flowering in 53 days. Marigold growing in T1 and T4 gave the first flower bud in 64 and 72 days respectively. Both the stem and leaves of marigold growing in T2 turned yellow and died in 45 – 47 days without blooming.

Keywords: Marigold, Growing media, used mushroom growing media

บทนำ

ดาวเรือง (marigold) เป็นไม้ดอกอายุสั้น (Annual Plant) ที่นิยมปลูกทั่วไป นอกจากเป็นไม้ประดับแล้วยังสามารถนำมาใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้อีก สำหรับประเทศไทยได้มีการปลูกดาวเรืองเพื่อเป็นอาหารสัตว์และส่งออกกลีบดาวเรืองอบแห้งจำหน่ายไปยังต่างประเทศประมาณ 300 - 400 ตันต่อปี ดังนั้นในระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา จึงได้มีการสนับสนุนจากทางราชการและเอกชน ให้เกษตรกรปลูกดาวเรืองสายพันธุ์ที่ใช้เพื่อการผลิตอาหารสัตว์และใช้ในอุตสาหกรรมมากขึ้น (สุรพล,2545) ปัจจัยที่มีผลต่อการปลูกพืชคือวัสดุปลูกซึ่งมีการใช้วัตถุดิบต่าง ๆ ผสมกันสำหรับปลูกพืช ในบางครั้งวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผสมวัสดุปลูกบางอย่างไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้หรืออาจมีราคาสูงทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนและต้นทุนการผลิตสูงขึ้นขณะเดียวกันพบว่าในภาคเกษตรกรรมมีผลพลอยได้หรือวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหรือกากเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม ที่ต้นทุนถูกและสามารถหาได้ในท้องถิ่น เช่น กากมันสำปะหลัง เศษเหลือจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม (มุกดา, 2560) เศษกิ่งไม้ใบไม้ เศษอาหาร เศษพืชสด วัสดุเหลือใช้จากการเพาะเห็ด จึงน่าจะนำสิ่งเหลือทิ้งหรือ

เหลือใช้เหล่านี้มาใช้ประโยชน์ ปัจจุบันผู้สนใจการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้น วัตถุดิบที่นำมาใช้ทำอาหารที่กำลังนิยมมาประกอบเป็นอาหารเมนูต่างๆและมีประโยชน์ต่อร่างกาย คือ เห็ดชนิดต่างๆ จึงมีผู้ที่หันมาประกอบอาชีพการเพาะเห็ดเพื่อการจำหน่ายมากขึ้น และของที่เหลือใช้หรือทิ้งจากการทำอาชีพนี้ คือวัสดุที่เหลือใช้จากการเพาะเห็ด เช่น ฟางข้าว ตอซังจากการเพาะเห็ดฟาง ท่อนไม้จากการเพาะเห็ดหูหนูและเห็ดหอม ก้อนเห็ดเก่าจากการเพาะเห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม เห็ดโคนญี่ปุ่น (มุกดา, 2560) ซึ่งอาจมีการทิ้งโดยการกองไว้หรือเผาทำลาย จึงมีแนวคิดที่จะนำเศษเหลือเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ ดังนั้นในการทดลองนี้จึงสนใจนำก้อนเห็ดเก่าที่หมดการให้ดอกแล้วของการเพาะเห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม มาผสมเป็นวัสดุปลูกต้นดาวเรืองกระถาง เพื่อเป็นการลดการใช้ปุ๋ยเคมีและช่วยลดต้นทุนการผลิตและลดเกิดมลภาวะที่เกิดจากการเผาไหม้ด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นดาวเรือง ซึ่งปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของก้อนเชื้อเห็ดเก่า

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วางแผนการการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design)ประกอบด้วย 4 ทรีตเมนต์ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ดิน (ตัวควบคุม)

ทรีตเมนต์ที่ 2 ดิน : ขุยมะพร้าว : แกลบดำอัตราส่วน (1:1:1) (T2)

ทรีตเมนต์ที่ 3 ดิน : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : มูลโค อัตราส่วน (1:1:1:1)

ทรีตเมนต์ที่ 4 ดิน : ขุยมะพร้าว : แกลบดำ : ก้อนเชื้อเห็ดเก่า อัตราส่วน (1:1:1:1)

ดำเนินงานวิจัย ณ บ้านเลขที่ 356/2 ซ.มิตรภาพ 8 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา

มีขั้นตอนวิธีการทดลองดังนี้

1. เพาะเมล็ดดาวเรืองในตะกร้าเพาะ เมล็ดจะงอกหลังจากเพาะ 3 – 5 วัน ย้ายต้นกล้าลงถาดหลุม ขนาด 104 หลุม ด้วยวัสดุปลูกพีทมอส

2. เมื่อต้นกล้าดาวเรืองอายุได้ 3 สัปดาห์ ย้ายต้นกล้าลงปลูกในกระถางพลาสติกขนาด 6 นิ้ว โดยใช้วัสดุปลูกตามทรีตเมนต์ที่กำหนดคือดิน (ตัวควบคุม) (T1), ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ (1:1:1), (T2) ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:มูลโค (1:1:1:1) (T3) และ ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:ก้อนเชื้อเห็ดเก่า (1:1:1:1) (T4) รดน้ำเช้า - เย็น

เริ่มเก็บข้อมูลหลังจากย้ายลงกระถางพลาสติกแล้ว 1 สัปดาห์ ทำการเก็บข้อมูลทุกสัปดาห์จนกระทั่งให้ดอก โดยเก็บข้อมูลดังนี้

1. ข้อมูลด้านการเจริญเติบโต คือ
   1.1 ความสูงของต้น(เซนติเมตร)
   1.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม(เซนติเมตร)
   1.3 ขนาดของใบและจำนวนใบ
2. ข้อมูลด้านผลผลิต คือ
   1.1 ระยะเวลาการออกตุ่มดอกแรกของต้น (วัน)
   1.2 จำนวนดอกต่อต้น
   1.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของดอก (เซนติเมตร)

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT)ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistics Package for the Social science (SPSS)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาการใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของก้อนเชื้อเห็ดเก่าต่อเจริญเติบโตของต้นดาวเรืองลูกผสม “พาวเวอร์โกลด์” โดยเปรียบเทียบกับวัสดุปลูกอื่น ๆ ได้ทำการส่งตัวอย่างวัสดุปลูกวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และเก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตและผลผลิตของดาวเรืองในวัสดุปลูกที่ต่างกัน

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

ตารางที่ 1 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูก

ค่าวิเคราะห์	ดิน Treatment 1	ดิน:ขุยมะพร้าว :แกลบดำ Treatment 2	ดิน:ขุยมะพร้าว :แกลบดำ:มูลโค Treatment 3	ดิน:ขุยมะพร้าว :แกลบดำ :ก้อนเห็ดเก่า Treatment 4
pH	5.3	5.98	6.6	7.47
O.M. (%)	0.42	2.21	4.08	4.45
Total N (%)	0.04	0.19	0.19	0.18
Total P_2O_5 (%)	0.0007	0.1	0.18	0.18
Total K_2O (%)	0.0026	0.12	0.24	0.18
Total Ca (%)	0.0124	0.06	0.2	0.5
Total Mg (%)	0.0039	0.02	0.07	0.06
O.C. (%)	0.24	1.28	2.37	2.58
C/N ratio	0.57	6.74	12.47	14.33

ที่มา : โครงการพัฒนาวิชาการ ดิน - ปุ๋ยและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของวัสดุปลูกทั้ง 4 ทรีตเมนต์ พบว่า วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ดิน:แกลบดำ:ขุยมะพร้าว:ก้อนเชื้อเห็ดเก่า (1:1:1:1) (T4) มีค่าความเป็นกรด–ด่าง สูงกว่าวัสดุปลูกอื่น ๆและปริมาณอินทรียวัตถุ (%O.M.) ในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:มูลโค (1:1:1:1) (T3) และวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดิน:แกลบดำ:ขุยมะพร้าว:ก้อนเชื้อเห็ดเก่า (1:1:1:1) มีค่ามากกว่าวัสดุปลูกที่เป็น ดินล้วน (T1) และ ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ (1:1:1) (T2)

สำหรับผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในวัสดุปลูกทั้ง 4 ทรีตเมนต์ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดใน T2,T3 และ T4 มีค่าใกล้เคียงกัน และมีน้อยที่สุดใน T1 ปริมาณ P_2O_5 และ K_2O ระหว่างทรีตเมนต์ที่ 3 และ 4 มีมากกว่าทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 แต่ถ้าเปรียบเทียบปริมาณ K_2O ในทรีตเมนต์ที่ 3 และ 4 พบว่า ในทรีตเมนต์ที่ 3 มีปริมาณมากว่าทรีตเมนต์ที่ 4 แต่ปริมาณ Ca ในทรีตเมนต์ที่ 4 มีมากกว่าทรีตเมนต์ที่ 3 และมากกว่าทรีตเมนต์ที่ 1 และ 2 ปริมาณ Mg มีค่าใกล้เคียงกันทุกทรีตเมนต์ สำหรับค่า C/N ratio ในทุกทรีตเมนต์ พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 4 มีค่า C/N ratio มากที่สุดคือ 14.33 แต่อยู่ในระดับที่สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมวัสดุปลูกได้เพราะมีค่าต่ำกว่า 20 หรือ 25:1 จึงสามารถนำไปใช้ได้อย่างปลอดภัย(ดังตารางที่ 1)

จากการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของดาวเรือง ทั้งหมด 5 ครั้ง พบว่า ต้นดาวเรืองที่ปลูกในดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:มูลโค (1:1:1:1) (T3) ให้การเจริญเติบโตทั้งด้านความสูงของต้น ขนาดทรงพุ่ม จำนวนใบและขนาดใบที่มากกว่าดาวเรืองในวัสดุปลูกอื่น ๆ ส่วนต้นดาวเรืองในวัสดุปลูกที่เป็น ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ (1:1:1) (T2) มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าต้นดาวเรืองในวัสดุปลูกอื่น ๆ (ดังตารางที่ 2) และมีการตายเกิดขึ้นเมื่อต้นดาวเรืองมีอายุได้ 47 วัน

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยด้านการเจริญเติบโตต้นดาวเรืองในสัปดาห์ที่ 5

Treatment	ความสูง (ซม.)	ทรงพุ่ม (ซม.)	จำนวนใบ (ใบ)	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)
ดิน (ตัวควบคุม)	17.77 b	10.47 b	13.82 b	3.06 b	5.27 b
ดิน:ขยุมะพร้าว:แกลบดำ	14.83 c	8.96 c	9.33 c	2.68 c	5.90 b
ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:มูลโค	29.00 a	20.00 a	16.00 a	4.80 a	9.80 a
ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ: ก้อนเชื้อเห็ดเก่า	15.33 c	10.37 b	12.80 b	2.97 b	5.48 b
F-test	*	*	*	*	*
% C.V	31.5	37.22	20.39	46.72	29.59

ผลของวัสดุปลูกต่อผลผลิตของดาวเรือง การให้ดอกของดาวเรือง ที่ปลูกในวัสดุปลูกทั้ง 4 ทรีตเมนต์ พบว่า ต้นดาวเรืองที่ปลูกด้วยวัสดุที่มีส่วนผสมของ ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:มูลโค (1:1:1:1) ให้ดอกเร็วที่สุดมีจำนวนดอกมากและขนาดใหญ่กว่าดาวเรืองในวัสดุปลูกอื่น ๆ รองลงมาคือ ดิน (ตัวควบคุม) และดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:ก้อนเชื้อเห็ดเก่า (1:1:1:1) ตามลำดับแต่ต้นดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ (1:1:1) ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้เพราะต้นตายก่อนการให้ดอก (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยด้านผลผลิตของดาวเรือง

Treatment	จำนวนวันที่ให้ดอก (วัน)	จำนวนดอก (ดอก)	ขนาดดอก (ซม.)
ดิน 100% (ตัวควบคุม)	64.75 b	2.65 a	4.11 c
ดิน:ขยุมะพร้าว:แกลบดำ	0	0	0
ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:มูลโค	53.26 c	3.13 b	5.44 a
ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:ก้อนเชื้อเห็ดเก่า	72 a	2.62 a	4.58 b
F-test	*	*	*
% C.V	62.23	61.38	61.93

สรุปผลการวิจัย

วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:มูลโค อัตราส่วน1:1:1:1(T3) ทำให้ดาวเรืองมีการเจริญเติบโตที่ ทั้งด้านความสูงของต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม จำนวนใบและขนาดของใบดีที่สุด เช่นเดียวกับการทดลองของ ประยงค์ ธรรมสุภา (2555) ขณะที่ดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ อัตราส่วน 1:1:1(T2) เริ่มมีอาการต้นเหลือง แกร็น ในสัปดาห์ที่ 3 หลังย้ายกล้าลงกระถางและมีการตายของต้นเพิ่มขึ้น ส่วนต้นดาวเรืองที่ปลูกในวัสดุปลูกที่เป็น ดิน (T1) และ ดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:ก้อนเชื้อเห็ดเก่า อัตราส่วน 1:1:1:1 (T4) มีการเจริญเติบโตน้อยกว่าต้นที่ปลูกในทรีตเมนต์ที่ 3 และจากการสังเกตต่อเนื่อง หลังจากการเก็บข้อมูลครบ 5 สัปดาห์หลังย้ายปลูกลงกระถาง พบว่า ต้นดาวเรืองที่ปลูกในทรีตเมนต์ที่ 1 และ ในทรีตเมนต์ที่ 3 มี

อาการต้นเสื่อมลง และต้นที่ปลูกใน ในทรีตเมนต์ที่ 4 ยังคงให้ดอกและลักษณะต้นที่มีความแข็งแรงต่อไปอีกประมาณ 1 เดือน และสำหรับในด้านผลผลิตของดาวเรือง พบว่าต้นดาวเรืองที่ปลูกด้วยวัสดุปลูกที่มีดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:มูลโคอัตราส่วน 1:1:1:1(T3) ให้ดอกเร็วที่สุด คือ 53 วันรองลงมาคือ วัสดุที่มีแต่ ดิน (T1) และวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของดิน:ขุยมะพร้าว:แกลบดำ:ก้อนเชื้อเห็ดเก่าอัตราส่วน 1:1:1:1 คือ 64 และ 72 วันตามลำดับและเมื่อเปรียบเทียบขนาดดอกและจำนวนของดอกต่อต้น พบว่า ดอกดาวเรืองที่ปลูกในทรีตเมนต์ที่ 3 มีขนาดใหญ่และมีจำนวนดอกต่อต้นมากกว่าดาวเรืองที่ปลูกในทรีตเมนต์ 1 และทรีตเมนต์ที่ 4

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2537). **คู่มือการผลิตไม้ตัดดอก.** กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร

นันทิยา สมานนท์. (2526). **คู่มือการปลูกไม้ดอก.** กรุงเทพฯ : สยามสปอร์ตพับลิชชิ่ง

ประยงค์ ธรรมสุภา. (2555). **การศึกษาวัสดุปลูกที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง.** วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

มุกดา สุขสวัสดิ์. (2560). **ปุ๋ยอินทรีย์(ฉบับปรับปรุง)** พิมพ์ครั้งแรก. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์บ้านและสวน บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด หน้า 46 - 71

สุรพล จันทร์เรือง.(2545).**ดาวเรือง:คุณค่า สมุนไพร และไม้ดอกไม้ประดับ จากระดับครัวเรือน สู่ระดับโลก.**กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คุณสมบัติของจีโอโพลิเมอร์ดินขาวเผาและเถ้าหนักสำหรับเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีต
The Properties of Geopolymer base on Metakaolin and Bottom Ash for Concrete Repaired Materials

อาภา สธนเสาวภาคย์ ธีรภัทร มีมขุนทด
ลิขิต อาจกล้า และวายุ มากมูล
Apha Sathonsaowaphak, Theeraphat Muemkhunthod
Likhit Artklr, Wayu Makmun

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติของจีโอโพลิเมอร์ดินขาวเผาและเถ้าหนักนี้ ได้นำเถ้าหนักจากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะและดินขาวจากแหล่งดินขาวอุตรดิตถ์ มาสังเคราะห์เป็นจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์เพื่อใช้เป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีต สารละลายที่ใช้เป็นสารกระตุ้นปฏิกิริยาจีโอโพลิเมไรเซชั่น คือสารละลายโซเดียมซิลิเกตและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 โมลลาร์ มีอัตราส่วนโดยน้ำหนักของสารละลายโซเดียมซิลิเกตต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 โมลลาร์ เท่ากับ1.0 อัตราส่วนโดยน้ำหนักของสารปอซโซลานต่อทราย 1:2.75 อัตราส่วนโดยน้ำหนักของสารละลายต่อสารปอซโซลานมี 2 อัตราส่วน คือ 0.40 และ 0.55 ร้อยละการแทนที่ของดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักเท่ากับ 0 25 50 75 และ 100 มีชุดทดสอบจำนวน 10 ชุด ทำการผสม หล่อ และบ่มจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ที่อุณหภูมิห้อง ทำการทดสอบคุณสมบัติระยะเวลาการก่อตัวต้น การหดตัวแห้ง หน่วยน้ำหนัก และกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมดินขาวเผาและเถ้าหนัก แล้วทำการเลือกชุดทดสอบที่เหมาะสมเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีตสำหรับทดสอบภาคสนาม ผลการศึกษาพบว่า ระยะเวลาการก่อตัวต้นของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ มีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 105-115 นาที การหดตัวแห้งของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมดินขาวล้วน จะมีการหดตัวมากกว่าที่มีเฉพาะเถ้าหนักล้วน หน่วยน้ำหนักของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาล้วนจะมีค่ามากกว่าจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์เถ้าหนักล้วน ร้อยละการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักที่สูงขึ้น กำลังอัดของจีโอ โพลิเมอร์มอร์ต้าร์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์จากเถ้าหนักล้วนมีกำลังอัดดีที่สุดทั้งอัตราส่วนโดยน้ำหนักของสารละลายต่อสารปอซโซลาน 0.40 และ 0.55 มีค่ากำลังอัดเท่ากับ 34.10 และ 41.38 กก./ตร.ซม. ตามลำดับและมีการหดตัวน้อย จึงนำไปเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีตในภาคสนาม พบว่าไม่มีการแตกร้าว วัสดุยึดเกาะกันเป็นเนื้อเดียวกับผิวคอนกรีตเดิม และมีการหดตัวน้อย

คำสำคัญ : จีโอโพลิเมอร์, สารละลายโซเดียมซิลิเกต, สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์, ดินขาวเผา, เถ้าหนัก

สาขาวิชาเทคโนโลยีก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000
Civil Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima, 30000
* corresponding author: apha_yao@yahoo.com

Abstracts

The study of properties of geopolymer base on metakaolin and bottom ash. Bottom ash came from Mae Moh power plant and kaolin came from Uttaradit resource. They are synthesized to geopolymer for using as concrete repair materials. The solutions are used be activation geopolymerization as sodium silicate solution and 10 M sodium hydroxide solution. The ratio by weight of sodium silicate solution to 10M sodium hydroxide solution as 1.0. The ratio by weight of pozzolan to sand as 1:2.75. The ratio by weight of solutions to pozzolans has 2 ratios as 0.40 and 0.55. The percent of replacement metakaolin by bottom ash are 0, 25, 50, 75 and 100. The total of the mixture of 10 Samples. The process of mixing, casting and curing geopolymer mortar at room temperature. The initial setting time, drying shrinkage,unit weight and compressive strength of geopolymer mortar base on metakaolin and bottom ash. The option mixtures were selected to be concrete repairs materials for testing in the field. The result found that the initial setting time of geopolymer mortar is a similar approximately 105-115 minutes. The drying shrinkage of geopolymer base on metakaolin was more shrinkage than a base on bottom ash. The unit weight of geopolymer base on metakaolin more than a base on bottom ash. The replacement metakaolin by bottom ash is increasing that the tendency of the strength of geopolymer is higher. The best strength of geopolymer mortar base on bottom ash which the ratios by weight of solutions to pozzolan to 0.40 and 0.55 are 34.10 and 41.38 kg/cm2, respectively. They have less drying shrinkage. These mixtures are suitable for the concrete repaired materials in the field. The result found that there are no cracks, the materials are adhesive with a concrete surface, and less shrinkage.

Keyword: Geopolymer ,Sodium silicate, Sodium hydroxide, metakaolin, Bottom ash

บทนำ

จีโอโพลิเมอร์คือ การทำปฏิกิริยาจีโอโพลิเมอไรเซชั่นของสารละลายอัลคาไลน์ที่มีความเข้มข้นสูง และออกไซด์ของซิลิกอนและอะลูมิเนียม กลายเป็นวัสดุที่มีโครงสร้างแข็งแรง สามารถก่อตัว แข็งตัว รับกำลังแรงอัดได้ คล้ายโครงสร้างของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ จึงเป็นวัสดุทางเลือกที่สามารถทดแทนการใช้ปูนซีเมนต์ได้ วัสดุที่ใช้ผสมทำจีโอโพลิเมอร์คือวัสดุปอซโซลาน (Pozzolanic materials) ซึ่งมีซิลิกาและอลูมินาเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ ดินขาว ดินขาวเผาแคลไซน์ และวัสดุของเหลือจำพวกเถ้าจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตร เช่น เถ้าลอย เถ้าชานอ้อย เถ้าแกลบ และเถ้าหนัก เป็นต้น (ภัทรกมล ไชยภูมิ (2557), ยุพาพร และ อุทัย (2543))

จากผลงานวิจัยโครงการทุนอุดหนุนวิจัยเรื่องการพัฒนาจีโอโพลิเมอร์ด้วยวัสดุปอซโซลานต้นทุนต่ำในประเทศไทยเป็นวัสดุก่อสร้างสีเขียวเพื่อลดภาวะเรือนกระจก ของผศ.ดร.ดวงฤดี ฉายสุวรรณ(2559) ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้นำวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเกษตร 5 ชนิด คือ เถ้าลอย เถ้าแกลบ เถ้าชานอ้อย ดินขาวเผาแคลไซน์ และดินขาวดิบ มาใช้เป็นวัสดุตั้งต้นในการผลิตจีโอโพลิเมอร์ ทำการทดลองโดยใช้วัสดุตั้งต้น แบบชนิดเดียว และแบบนำมาผสมกันในสัดส่วนต่าง ๆ กันรวมทั้งหาสัดส่วนที่เหมาะสมของสารละลายอัลคาไลน์ที่ใช้คือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ผสมกับสารละลายโซเดียมซิลิเกต ทำการศึกษา วิเคราะห์ และทดสอบสมบัติทางกลและทางกายภาพของชิ้นงานตามมาตรฐานวัสดุก่อสร้าง ได้แก่ การดูดซึมน้ำ ความหนาแน่นและความพรุนตัว เทียบกับค่ากำลังรับแรงอัด นอกจากนี้วัสดุที่นำ

มาผลิตจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์เป็นวัสดุปอซโซลานซึ่งเป็นวัสดุที่เป็นพลอยได้จากอุตสาหกรรม ซึ่งจะทำให้การใช้วัสดุจีโอโพลิเมอร์เป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย วัสดุปอซโซลานที่นำมาผสมทำเป็นจีโอโพลิเมอร์ เถ้าหนัก คือ เถ้าที่ได้จากการผลิตกระแสไฟฟ้าที่โรงงานไฟฟ้าพลังงาน ความร้อนที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง กากที่เหลือจากการเผาถ่านหินประกอบด้วยเถ้าถ่านหินประมาณร้อยละ 20 เถ้าถ่านหินขนาดใหญ่จะมีรูปร่างที่ไม่แน่นอน ผิวขรุขระ และมีรูเล็กๆ ที่ผิวและอาจมีปริมาณของคาร์บอน (Carbon) สูง อนุภาคเถ้าถ่านหินมีขนาดตั้งแต่เล็กกว่า 1 ไมครอน ความละเอียดของเถ้าถ่านหินจากโรงไฟฟ้าที่แม่เมาะซึ่งทดสอบโดยวิธีของเบลนมีความละเอียดอยู่ในช่วง 2,500 ถึง 3,500 ซม2/กก. การวัดความละเอียดของเถ้าถ่านหินมี 2 วิธี ที่นิยมใช้กันคือวิธีการร่อนผ่านแร่งเบอร์ 325 (ช่องเปิด 45 ไมโครเมตร) กับวิธีวัดพื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนักโดยวิธีของเบลนในสหรัฐอเมริกาใช้วิธีร่อนผ่านแร่งเป็นวิธีมาตรฐานวิธีเดียวในการกำหนดความละเอียดของเถ้าถ่านหิน กล่าวคือ เถ้าถ่านหินต้องมีขนาดของอนุภาคที่ค้างตระแกร่งเบอร์ 325 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 33 โดยน้ำหนักเถ้าถ่านหินที่ละเอียดขึ้นจะมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาได้เร็วขึ้นและทำให้กำลังอัดคอนกรีตสูงกว่าคอนกรีตที่ใช้เถ้าถ่านหินที่หยาบกว่า (ภากร และ ปริญญา (2550), อาภา (2553), Shortbus (2555))

ปัจจุบันเทคนิคการซ่อมแซมพื้นผิวเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในการทำงานเกี่ยวกับการทดสอบวัสดุ การประเมินสภาพคุณสมบัติและพฤติกรรมของวัสดุ การซ่อมแซมพื้นผิวคอนกรีตจะต้องทำตามขั้นตอน ดังนี้ การวิเคราะห์การซ่อมแซม การเลือกวัสดุ การเตรียมพื้นผิว การทำความสะอาด การเชื่อมยึดกับวัสดุเดิม การเลือกวัสดุซ่อมแซมต้องอาศัยความเข้าใจถึงพฤติกรรมของวัสดุทั้งในสภาพสดและที่บ่มแล้วตามสภาวะการใช้งานและสภาพแวดล้อมที่คาดการณ์ไว้ สิ่งที่จะทำให้การซ่อมแซมประสบความสำเร็จ คือ พฤติกรรมเกี่ยวกับรูปร่างของวัสดุเมื่อเทียบกับวัสดุเดิม การเปลี่ยนแปลงรูปร่างทำให้เกิดหน่วยแรงภายใน หน่วยแรงที่เกิดขึ้นมาก ๆ จะทำให้เกิดรอยแตกทำให้เกิดการสูญเสียกำลังรับน้ำหนัก การหลุดล่อนหรือการเสื่อมสภาพจะต้องมีการเอาใจใส่พิเศษเพื่อลดหน่วยแรงเหล่านี้ การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการยืดอายุการใช้งาน และการให้บริการของโครงสร้างออกไป เมื่อโครงสร้างเสื่อมสภาพถึงขั้นวิบัติ จึงจำเป็นที่จะต้องหาสาเหตุและแนวทางการซ่อมแซมให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งาน วิธีซ่อมแซมด้วยการเท (Placing) ในกรณีของแผลใหญ่ที่สามารถเทเข้าที่ได้โดยง่ายด้วยวัสดุซ่อม จึงเป็นการง่ายและประหยัดที่ใช้วัสดุในทำนองเดียวกับคอนกรีต แต่จะต้องมีคุณสมบัติพิเศษ คือ จะต้องไม่เปลี่ยนรูปร่างหรือขนาดมากหลังจากการเทในระหว่างการก่อตัวและการบ่ม วัสดุที่ใช้จะมีทั้งที่เป็นซีเมนต์เป็นหลัก ลาเท็กซ์เป็นหลัก และโพลิเมอร์เป็นหลัก ซึ่งจะประกอบด้วยมวลรวมและสารยึดเกาะ ซึ่งจะเป็นน้ำปูน อีป๊อกซี่ ลาเท็กซ์ และโพลิเมอร์ตามลำดับ มวลรวมจะต้องมีขนาดคละที่ดีมากเพื่อให้ได้กำลังสูงและมีความสามารถเทได้สูงรวมทั้งจะลดการหดตัว ส่วนการยึดเกาะจะต้องมีความสามารถในการยึดเกาะระหว่างมวลได้ดีให้กำลังสูง และมีการยืดหดตัวน้อยมาก (Peter,2551) งานวิจัยนี้เป็นไปได้สูงที่จะประสบความสำเร็จเพราะมีงานวิจัย ของ อาบีเด็ง และคณะ(2556) และ วันชัย และ วีระพงษ์ (2552) ซึ่งได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับ จีโอโพลิเมอร์ดินขาวซ่อมแซมผิวทางคอนกรีตเพื่อใช้ในงานก่อสร้างและงานซ่อมแซม ได้กล่าวถึงการใช้อัตราส่วนผสมและการบ่มที่อายุกี่วันโดยให้กำลังอัดสูงเทียบเท่ากับคอนกรีตทำให้เหมาะแก่การนำมาพัฒนาต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาคุณสมบัติของจีโอโพลิเมอร์ดินขาวเผาและเถ้าหนัก และศึกษาวิธีการนำจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ที่สังเคราะห์ไปใช้เป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีต

2.วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

2.1 ดินขาว ได้มาจาก แหล่งดินในจังหวัดอุตรดิตถ์ โดยร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 325 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2.2 เถ้าหนัก ได้มาจากโรงงานไฟฟ้า อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง โดยร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 325 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

2.3 ทราย ได้มาจาก อ.พิมาย จ.นครราชสีมา

3. การเตรียมวัสดุและทดสอบคุณสมบัติทาง

กายภาพของวัสดุ

3.1 การเตรียมดินขาวเผา มีแหล่งที่มาจากจังหวัดอุตรดิตถ์ และนำมาเผาที่อุณหภูมิ 700-900 องศาเซลเซียส ทำการคงที่อุณหภูมิเผาเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรงโดยค้างตะแกรงเบอร์ 325 ร้อยละ 30 และเก็บในถุงพลาสติกใช้เทปพันปากถุงไว้อย่างมิดชิดโดยไม่ให้โดนแสงแดดและความชื้น

3.2 การเตรียมเถ้าหนัก โดยบดให้ละเอียดก่อนนำไปร่อนผ่านตะแกรงโดยค้างตะแกรงเบอร์ 325 ร้อยละ30 และเก็บในถุงพลาสติกใช้เทปพันปากถุงไว้อย่างมิดชิดโดยไม่ให้โดนแสงแดดและความชื้น

3.3 การเตรียมมวลรวมละเอียด นำทรายไปล้างและอบแห้ง และทดสอบคุณสมบัติการกระจายขนาดของมวลรวมละเอียด และเก็บในถุงพลาสติกใช้เทปพันปากถุงไว้อย่างมิดชิดโดยไม่ให้โดนแสงแดดและความชื้น

3.4 การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีความเข้มข้น 10 โมลาร์ ซั่งโซเดียมไฮตรอกไซด์จำนวน 400 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น จำนวน 1000 กรัม โดยทำการเตรียมสารละลายไว้ล่วงหน้าเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนการผสม โดยใช้สัญลักษณ์ 10M NaOH

3.5 ทำการทดสอบความถ่วงจำเพาะ และความละเอียดผ่านตะแกรงมาตรฐาน 325

4.ส่วนผสมชุดการทดสอบ

การศึกษาคุณสมบัติของจีโอโพลิเมอร์ดินขาวเผาและเถ้าหนักสำหรับเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีตทำการแปรเปลี่ยนสัดส่วนการผสมระหว่างดินขาวเผาต่อเถ้าหนักโดยกำหนดให้ดินขาวเผามีสัญลักษณ์ MK เถ้าหนักมีสัญลักษณ์ BA อัตราส่วนน้ำหนักได้แก่ 100:0 75:25 50:50 25:75 0:100 อัตราส่วนโดยน้ำหนักของสารปอซโซลานต่อสารละลายมี 2 อัตราส่วน คือ 0.40 และ 0.55 ใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของสารละลายโซเดียมซิลิเกตต่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 โมลลาร์ คงที่เท่ากับ 1.0 และอัตราส่วนสารปอซโซลานต่อทรายเท่ากับ 1:2.75 มีชุดทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของชุดทดสอบจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์จากดินขาวเผาและเถ้าหนัก

				น้ำหนักของส่วนผสม(g)				
ชุดทดลอง	MK:BA	สารละลาย/สารปอซโซลาน	Na2Sio3 /NaOH10M	MK (g)	BA (g)	SANDS	Na2Sio3	NaOH 10M
1	100/0	0.4	1	250	0	687.50	50.0	50.0
2	75/25			187.5	62.5	687.50	50.0	50.0
3	50/50			125	125	687.50	50.0	50.0
4	25/75			62.5	187.5	687.50	50.0	50.0
5	0/100			0	250	687.50	50.0	50.0
6	100/0	0.55	1	250	0	687.50	68.8	68.8
7	75/25			187.5	62.5	687.50	68.8	68.8
8	50/50			125	125	687.50	68.8	68.8
9	25/75			62.5	187.5	687.50	68.8	68.8
10	0/100			0	250	687.50	68.8	68.8

5.วิธีการทดสอบ

5.1 การผสมและบ่มจีโอโพลิเมอร์ดินขาวเผาและเถ้าหนัก เริ่มต้นนำสารปอซลานตามอัตราส่วนผสมและทรายใส่ลงในเครื่องผสมมอร์ต้าร์ (Mortar Mixer) ทำการผสมให้เข้ากันโดยใช้เวลาในการผสม 3-5นาที หลังจากนั้นจึงเทสารละลายโซเดียมซิลิเกต และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 โมลาร์ ผสมให้เข้ากัน เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ลงแบบหล่อขนาด 5 x 5 x 5 เซนติเมตร สำหรับทดสอบกำลังอัด และแบบหล่อขนาด 2.5 x 2.5 x 28.5 ซม. สำหรับทดสอบการหดตัวแห้ง จะใส่แบบหล่อแบ่งเป็น 2 ชั้น และทำการกระทุ้งด้วยแท่งกระทุ้ง (Tamper) ชั้นละ 32 ครั้ง ปาดผิวหน้าให้เรียบแล้วพันพลาสติกป้องกันน้ำระเหยออก (อาภา สธนเสาวภาคย์, 2553)และเก็บไว้ในอุณหภูมิปกติ ถอดแบบหล่อและหุ้มด้วยถุงพลาสติกเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ เก็บไว้ในอุณหภูมิปกติ จนกระทั่งมีอายุ 7 วัน สำหรับทดสอบหน่วยน้ำหนักและกำลังอัด และวัดค่าหดตัวที่ อายุ 7 14 21 และ 28 วัน

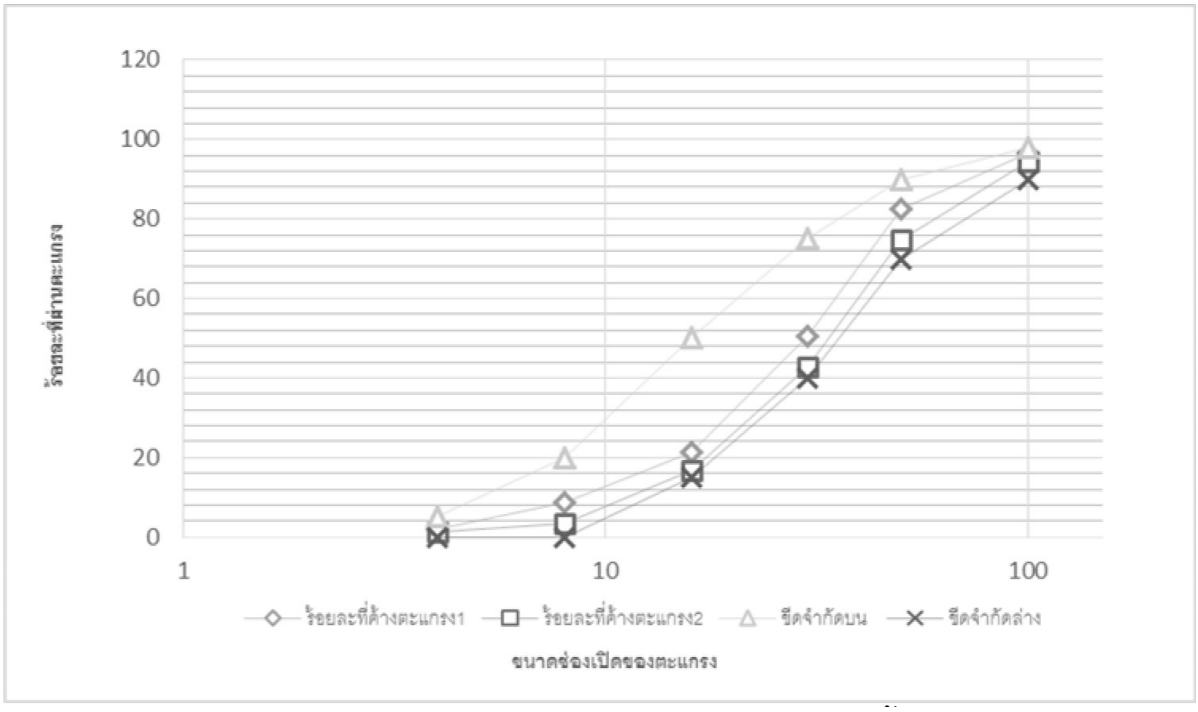
5.2 ทำการทดสอบคุณสมบัติของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาและเถ้าหนัก โดยทำการทดสอบระยะเวลาการก่อตัวต้นของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์โดยวิธีเข็มไวแคต ทดสอบการหดตัวแห้งของ จีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์วัดค่าที่อายุ 7 14 21 และ 28 วัน ทำการทดสอบหน่วยน้ำหนักและกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ ที่อายุ 7 วัน (สำเริง รักซ้อน 2557.)

5.3 ศึกษาวิธีการนำจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์จากดินขาวเผาและเถ้าหนักมาใช้เป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีต โดยเลือกส่วนผสมที่ได้จากการทดลองที่เหมาะสม เพื่อเป็นวัสดุซ่อมแซมโดยเลือกสถานที่ที่มีความชำรุดของผิวคอนกรีตภายในบริเวณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา (Peter,2551)

6. ผลทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุทดสอบ

6.1 คุณสมบัติของทรายแม่น้ำ มีค่าความถ่วงจำเพาะรวม ค่าการดูดซึมน้ำ และโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.33 0.60% และ 2.60 ตามลำดับ และมีมาตรฐานตาม ASTM C33 โดยใช้ทรายอิ่มตัวผิวแห้งดัง รูปที่ 1

6.2 ค่าความถ่วงจำเพาะของดินขาวเผาและ



รูปที่ 1 การกระจายขนาดคละของทรายแม่น้ำ

เถ้าหนัก เท่ากับ 2.70 และ 2.58 ตามลำดับ ซึ่งดินขาวเผามีค่าความถ่วงจำเพาะที่มากกว่า เนื่องจากดินขาวเผาถูกเผาในอุณหภูมิสูง ทำให้ดินขาวกลายเป็นผลึก จึงมีค่าความถ่วงจำเพาะที่สูงกว่าเถ้าหนัก

6.3 ความละเอียดของดินขาวเผาและเถ้าหนักด้วยการล้างผ่านตะแกรง 325 มีร้อยละที่ผ่านตะแกรงเท่ากับ 70 ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันคือวิธีการร่อนผ่านตะแกร่งเบอร์ 325 (ช่องเปิด 45 ไมโครเมตร) กับวิธีวัดพื้นที่ผิวต่อหน่วยน้ำหนักโดยวิธีของเบลน ในสหรัฐอเมริกาใช้วิธีร่อนผ่านตะแกรงเป็นวิธีมาตรฐานวิธีเดียวในการกำหนดความละเอียดของเถ้าถ่านหิน กล่าวคือ เถ้าถ่านหินต้องมีขนาดของอนุภาคที่ร่อนผ่านตะแกร่งเบอร์ 325 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 66 (จอมปวีร์ จันทร์หิรัญ ,1844)

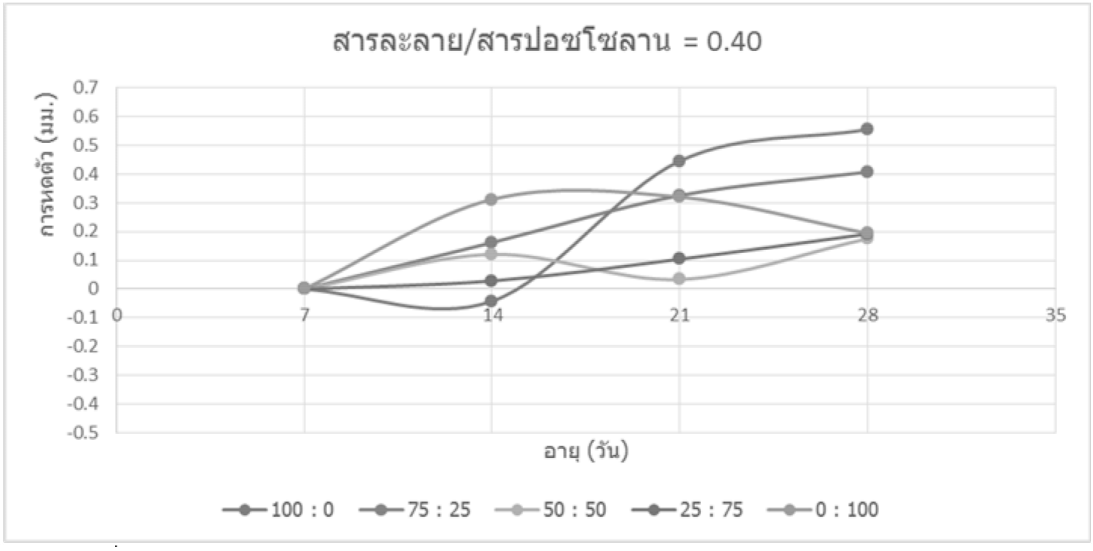
7. ผลทดสอบคุณสมบัติจีโอโพลิเมอร์ดินขาวเผาและเถ้าหนัก

7.1 ระยะเวลาการก่อตัวต้นของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์โดยวิธีเข็มไวแคต พบว่าที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 ของชุดทดสอบที่ 1 และ 2 มีค่าระยะเวลาการก่อตัวต้นเท่ากันเท่ากับ 115 นาที ชุดทดสอบที่ 3 ถึง 5 มีค่าระยะเวลาการก่อตัวต้น เท่ากันเท่ากับ 105 นาที มีค่าระยะเวลาก่อตัวต้นใกล้เคียงกัน ชุดทดสอบทั้ง 5 ตัวอย่าง อาจเนื่องจากปริมาณสารละลาย/สารปอซโซลานในชุดทดสอบที่ 1 ถึง 5 เท่ากัน จึงทำให้ค่าระยะเวลาการก่อตัวต้นไม่ต่างกันมากที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.55 ของชุดทดสอบที่ 6 ถึง 8 มีค่าระยะเวลาการก่อตัวต้นเท่ากับ 115 นาที ชุดทดสอบที่ 9 และชุดทดสอบที่ 10 มีค่าระยะเวลาการก่อตัวต้นเท่ากัน เท่ากับ 105 นาที มีค่าระยะเวลาใกล้เคียงกันทั้ง 5 ดังแสดงในตารางที่ 2

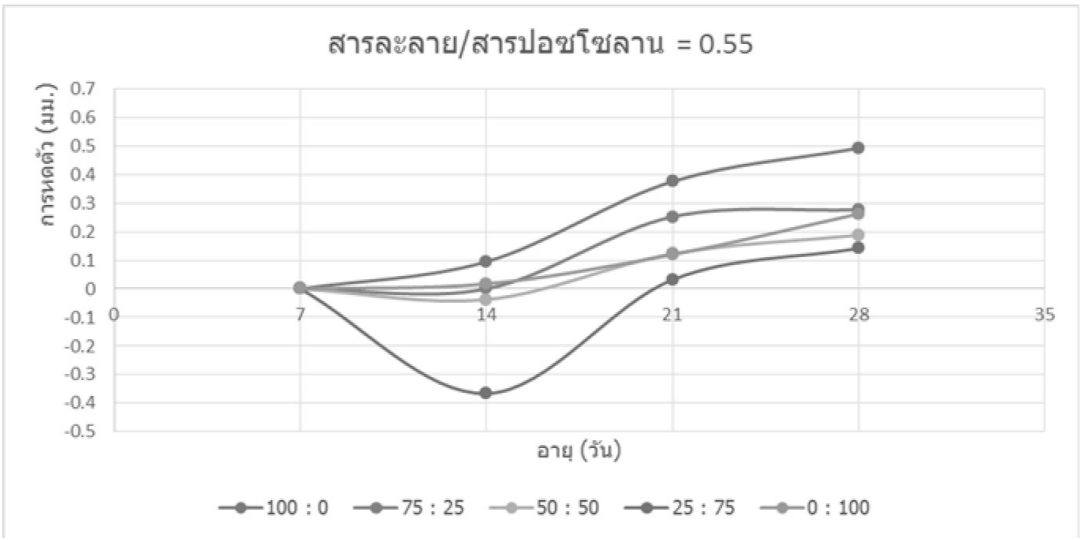
ชุดทดลอง	MK:BA	สารละลาย/สารปอซโซลาน	ระยะก่อตัวต้น(นาที)
1	100/0	0.4	115
2	75/25		115
3	50/50		105
4	25/75		105
5	0/100		105
6	100/0	0.55	115
7	75/25		115
8	50/50		115
9	25/75		105
10	0/100		105

ตารางที่ 2 การทดสอบระยะเวลาการก่อตัวต้นของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์โดยวิธีเข็มไวแคต

7.2 การหดตัวแห้งของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมดินขาวเผาและเถ้าหนักกับอายุของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 และ 0.55 มีความสัมพันธ์ดังรูปที่ 2 และ 3 ตามลำดับ พบว่าที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 ส่วนผสมที่มีดินขาวเผาล้วนมีการหดตัวมากสุด คืออัตราส่วน MK:BA 100:0 มีการหดตัวเท่ากับ 0.55 มม. ส่วนผสมที่มีการหดตัวรองลงมาอัตราส่วน MK:BA 75:25 มีการหดตัวเท่ากับ 0.40 มม. และส่วนผสมที่มีการหดตัวน้อยสุดและที่มีค่าใกล้เคียงกัน คือ ที่มีอัตราส่วน MK:BA 0:100 25:75 และ 50:50 โดยมีการหดตัว เท่ากับ 0.18 มม.ตามลำดับ แสดงว่าการผสมระหว่างดินขาวเผาล้วนจะทำให้จีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์มีการหดตัวมากกว่าที่มีเฉพาะเถ้าหนักล้วน ส่วนที่สารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.55 พบว่า ส่วนผสมที่มีดินขาวเผาล้วนมีการหดตัวมากสุด คืออัตราส่วน MK:-BA 100:0 มีการหดตัวเท่ากับ 0.49 มม. ส่วนผสมที่มีการหดตัวรองลงมาที่มีค่าใกล้เคียงกันอัตราส่วน MK:BA 75:25 และ 0:100 มีการหดตัวเท่ากับ 0.26 มม. และส่วนผสมที่มีการหดตัวน้อยสุดและที่มีค่าใกล้เคียงกัน คือ ที่มีอัตราส่วน MK:BA 50:50 และ 25:75 มีการหดตัวเท่ากับ 0.20 มม. ตามลำดับ แสดงว่าการผสมระหว่างดินขาวล้วนจะทำให้จีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์มีการหดตัวมากกว่าที่มีเฉพาะเถ้าหนักล้วน

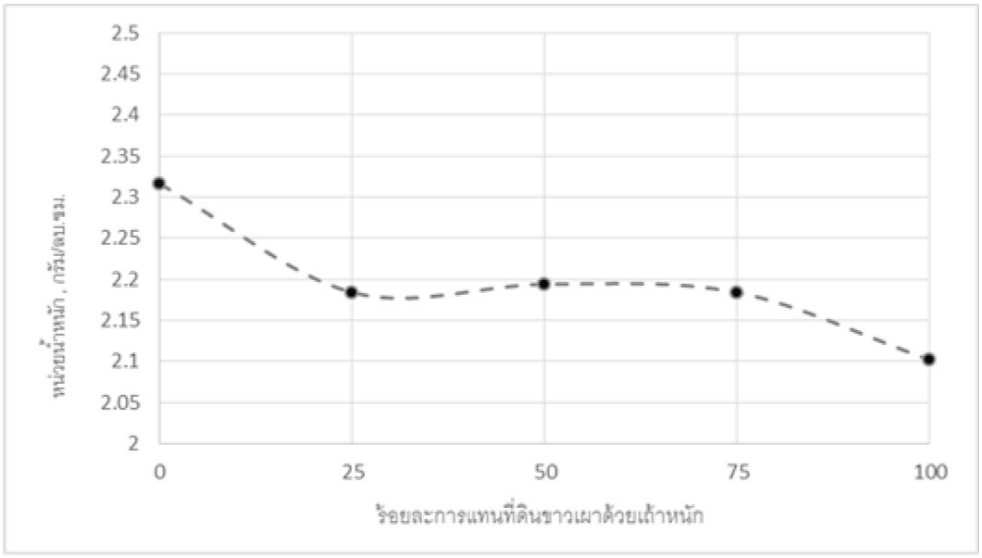


รูปที่ 2 การหดตัวแห้งของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมดินขาวเผาและเถ้าหนัก

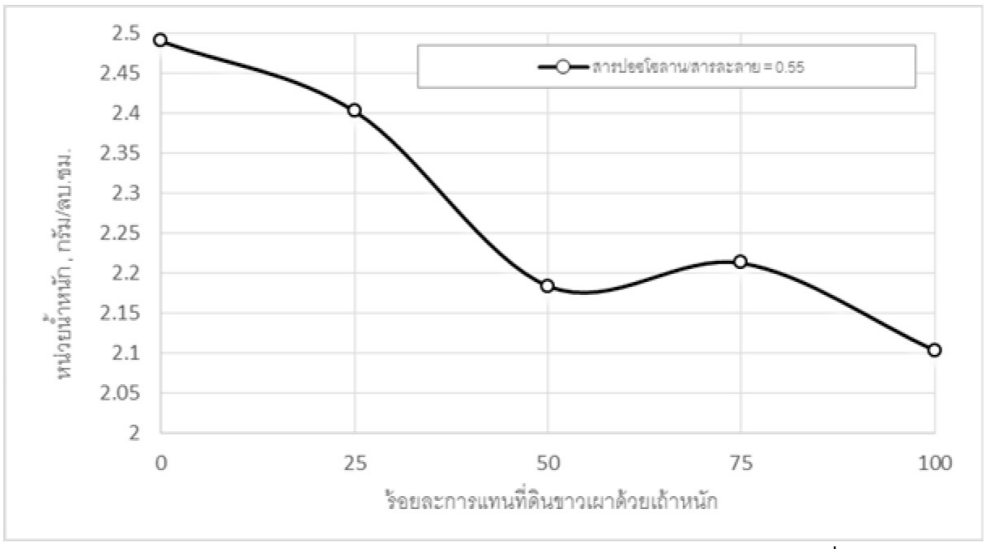


รูปที่ 3 การหดตัวแห้งของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมดินขาวเผาและเถ้าหนัก

7.3 หน่วยน้ำหนักของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมดินขาวเผาและเถ้าหนัก ที่สารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 และ 0.55 แสดงดังรูปที่ 4 และ 5 ตามลำดับ พบว่า ที่สารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 หน่วยน้ำหนักของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาล้วนเท่ากับ 2.316 กรัมต่อลูกบาศก์ ร้อยละการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนัก เท่ากับ 25-75 มีน้ำหนักใกล้เคียงกันมีค่าโดยประมาณ 2.184-2.194 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และร้อยละการแทนที่ด้วยเถ้าหนักล้วนมีหน่วยน้ำหนักน้อยสุดเท่ากับ 2.102 กรัมต่อลูกบาศก์ ส่วนที่สารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.55 พบว่า หน่วยน้ำหนักของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาล้วนมีหน่วยน้ำหนักเท่ากับ 2.491 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อร้อยละการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักเพิ่มขึ้น หน่วยน้ำหนักของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาและเถ้าหนักมีแนวโน้มลดลง โดยร้อยละการแทนที่ ร้อยละ 25 50 และ 75 มีหน่วยน้ำหนักของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์เท่ากับ 2.403 2.184 และ 2.213 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรตามลำดับ จีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์เถ้าหนักล้วนมีหน่วยน้ำหนักน้อยสุดเท่ากับ 2.103 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

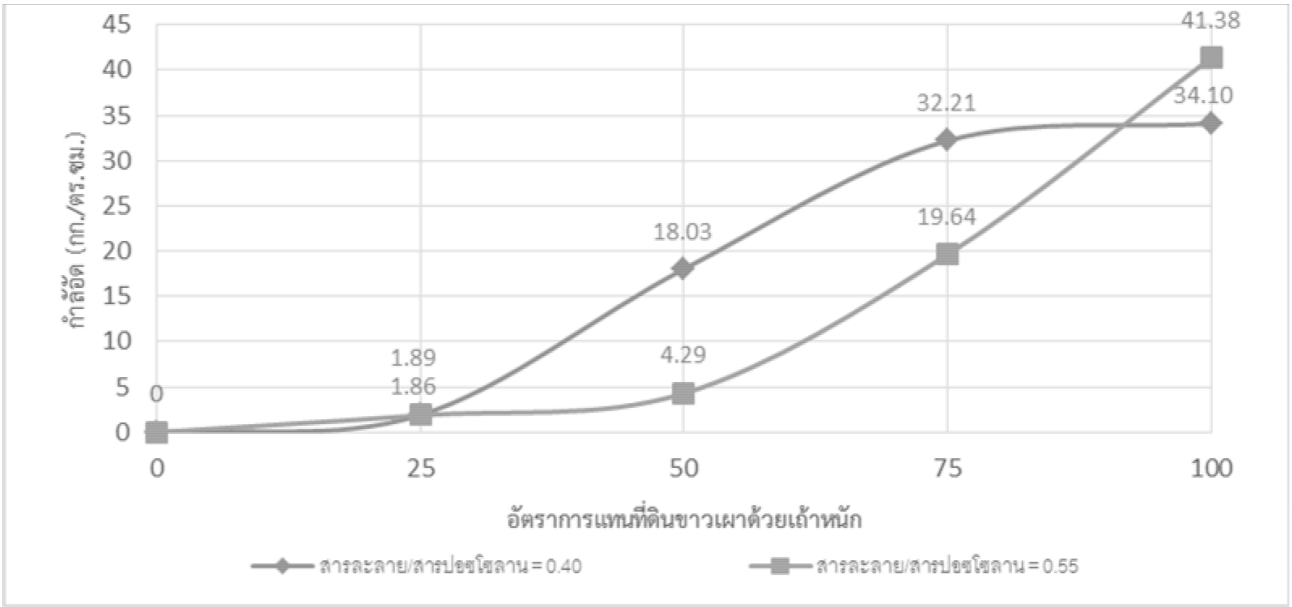


รูปที่ 4 หน่วยน้ำหนักของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมดินขาวเผาและเถ้าหนัก ที่สารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.4



รูปที่ 5 หน่วยน้ำหนักของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมดินขาวเผาและเถ้าหนัก ที่สารละลาย/สารปอซโซลาน 0.55

7.4 กำลังรับแรงอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมดินขาวเผาและเถ้าหนัก กับอัตราการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักที่อายุ 7 วัน แสดงดังรูปที่ 7 พบว่า อัตราการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนัก เท่ากับ 100 จะให้กำลังอัดสูงสุด โดยที่ร้อยละการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักน้อยกว่า75 ที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลาน เท่ากับ 0.40 มีกำลังอัดมากกว่าที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลาน เท่ากับ 0.55 เมื่อร้อยละการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักมากกว่า 75 ที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลาน เท่ากับ 0.40 จะมีกำลังอัดคงที่ แต่ที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลาน เท่ากับ 0.55 มีแนวโน้มกำลังอัดเพิ่มขึ้น แสดงว่าอัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลาน มีผลต่อการกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์



รูปที่ 6 กำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมดินขาวเผาและเถ้าหนัก ที่สารละลาย/สารปอซโซลาน 0.40 และ 0.55

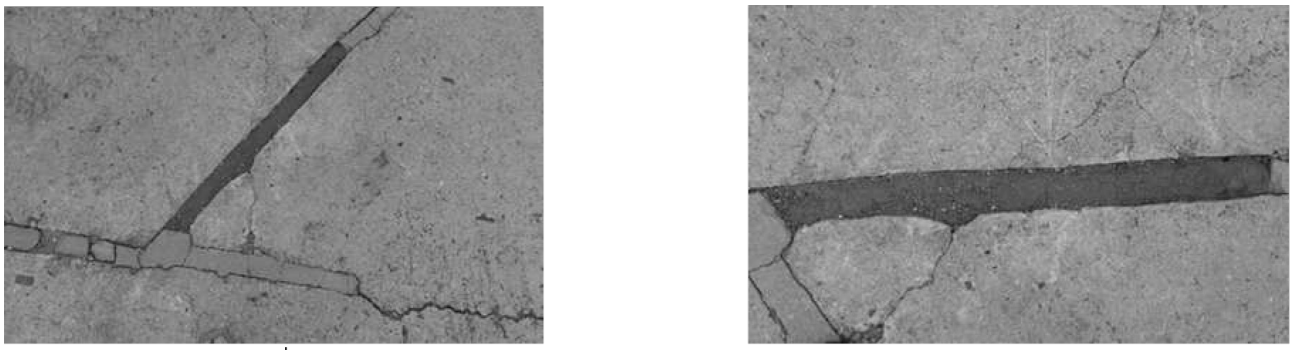
8. ผลทดสอบการใช้จีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาและเถ้าหนักเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีตในภาคสนาม

8.1 การเลือกส่วนผสมเพื่อเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีต จากผลการทดสอบการหดตัวแห้งและค่ากำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ ได้พิจารณาเลือกชุดทดสอบที่เหมาะสมในการเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีต โดยมีหลักการดังนี้มีค่าการหดตัวน้อยและกำลังอัดมากที่สุด ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่า มีค่าการหดตัวแห้งเท่ากับ 0.18 มม. และที่สารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 ชุดทดสอบที่ 5 อัตราส่วน MK:BA เท่ากับ 0:100 มีค่ากำลังอัดสูงสุดเท่ากับ 34.01 กก/ตร.ซม. ที่สารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.55 ชุดทดสอบที่ 10 อัตราส่วน MK:BA เท่ากับ 0:100 มีค่าการหดตัวแห้งเท่ากับ 0.20 มม. และมีค่ากำลังอัดสูงสุดเท่ากับ 41.38 กก/ตร.ซม. นำมาเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีต

8.2 การเลือกพื้นที่ที่มีการแตกร้าวของผิวคอนกรีตภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา พิจารณาจากผิวของคอนกรีตที่มีลักษณะแตกแยกออกจากวัสดุเดิม 3 ตำแหน่งในแต่ละชุดทดสอบ ทำการวัด ความกว้าง ความยาว และ ความลึก และวัดอุณหภูมิแต่ละวัน นำมาเปรียบเทียบค่าการหดตัวความกว้าง ความยาว และ ความลึก ของวัสดุซ่อมแซม เก็บข้อมูลด้วยภาพถ่ายของจีโอพอลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมเถ้าหนัก

8.3 เก็บข้อมูลด้วยภาพถ่ายของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมเถ้าหนัก ที่สารละลายต่อสารปอซโซลานเท่ากับ 0.40

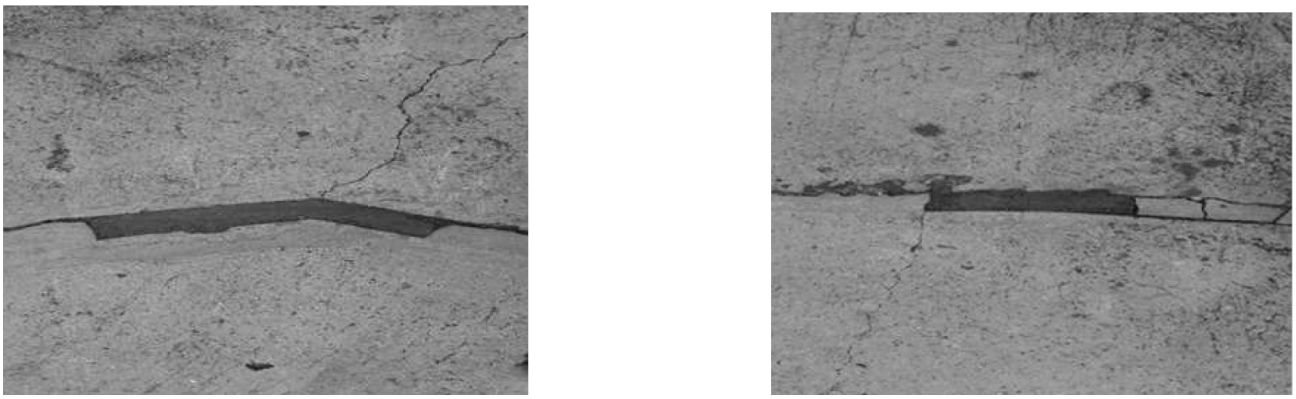
พบว่ามีการยึดเกาะตัวดี การหดตัวน้อยและไม่มีรอยแตกร้าวของวัสดุซ่อมแซม ดังรูปที่ 7 ภาพถ่ายวัสดุซ่อมแซมที่ผิวคอนกรีตของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมเถ้าหนัก ที่อัตราส่วนสารละลายต่อสารปอซโซลานเท่ากับ 0.40



รูปที่ 7 เก็บข้อมูลด้วยภาพถ่ายของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมเถ้าหนัก

8.4 เก็บข้อมูลด้วยภาพถ่ายของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมเถ้าหนัก ที่สารละลายต่อสารปอซโซลานเท่ากับ 0.55

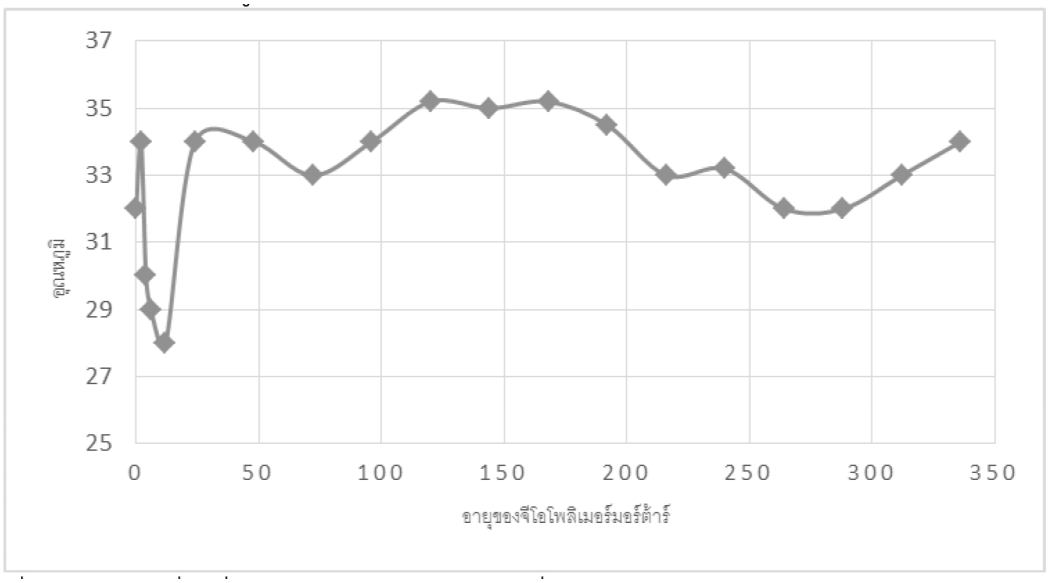
พบว่ามีการยึดเกาะตัวดี การหดตัวน้อยและไม่มีรอยแตกร้าวของวัสดุซ่อมแซม ดังรูปที่ 8 ภาพถ่ายวัสดุซ่อมแซมที่ผิวคอนกรีตของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมเถ้าหนักที่อัตราส่วนสารละลายต่อสารปอซโซลานเท่ากับ 0.55



รูปที่ 8 เก็บข้อมูลด้วยภาพถ่ายของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ผสมเถ้าหนัก

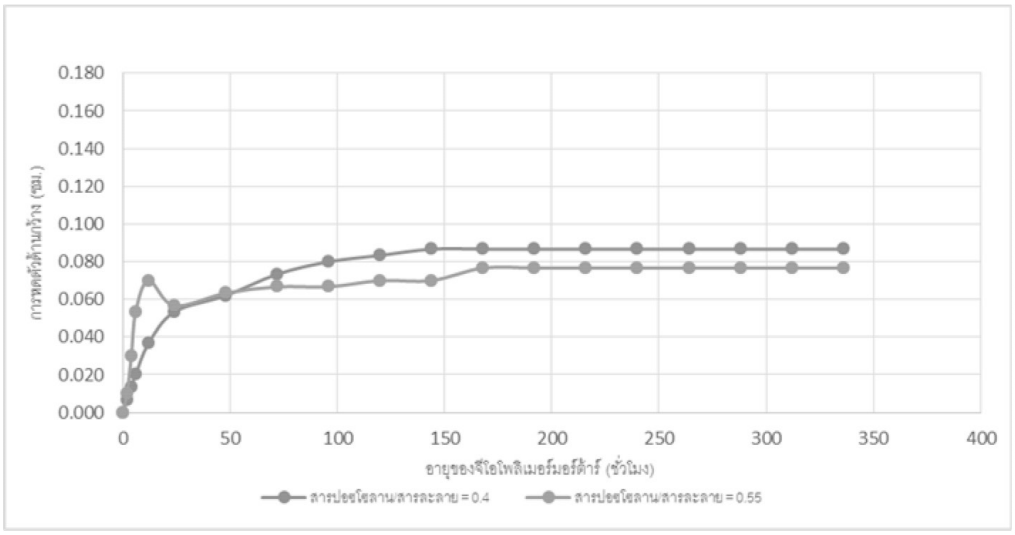
จากการสังเกตด้วยตาเปลาและถ่ายภาพการซ่อมแซมของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ ที่อัตราส่วนสารละลายต่อสารปอซโซลาน เท่ากับ 0.40 และ 0. 55 พบว่าการซ่อมแซมจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ไม่มีการแตกร้าวยึดเกาะกันเป็นเนื้อเดียว และมีระยะการหดตัวน้อย

8.5 อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาที่วัดค่าการหดตัวของวัสดุซ่อมแซม ที่อัตราส่วนสารละลายต่อสารปอซโซลาน เท่ากับ 0.40 และ สารละลายต่อสารปอซโซลาน เท่ากับ 0.55 ตลอดระยะเวลาที่วัด 14 วัน อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 32.9 องศาเซลเซียส แตกต่างจากอุณหภูมิในห้องทดสอบ เท่ากับ 34 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 9

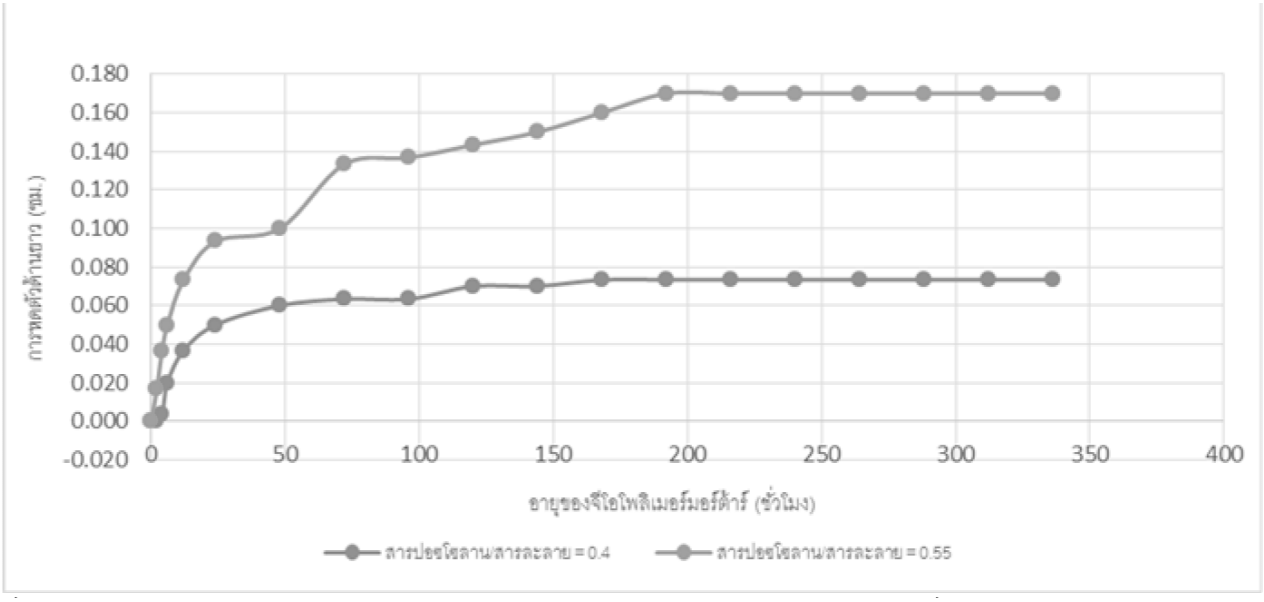


รูปที่ 9 อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปรงตลอดระยะเวลาที่วัดค่าการหดตัวของวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีต

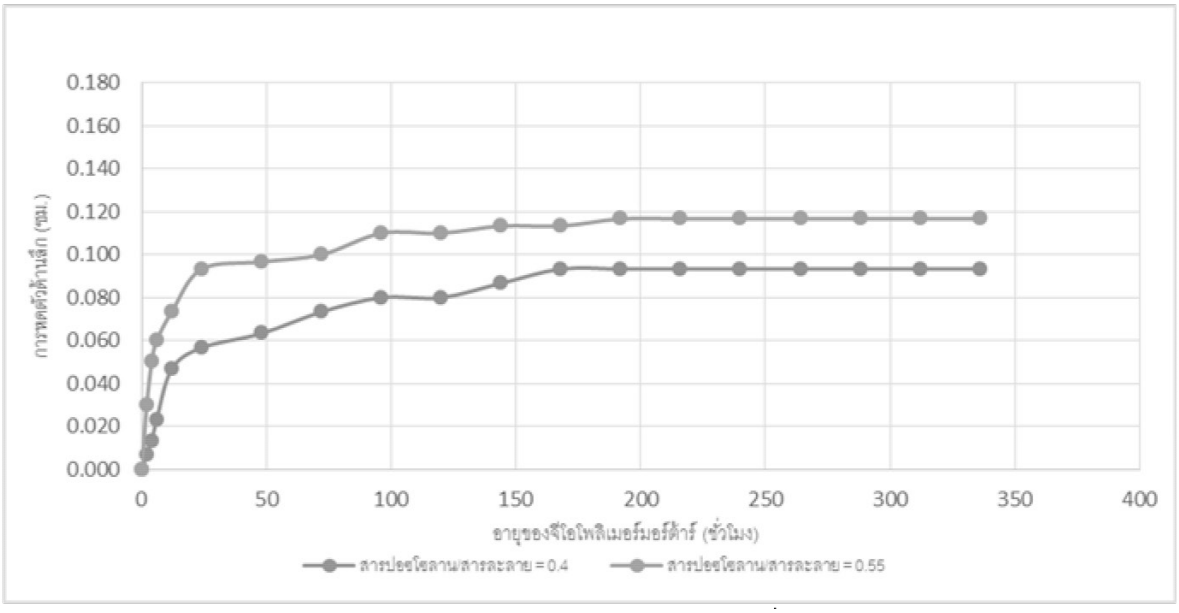
8.6 การหดตัวของวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีตทำจากจีโอโพลิเมอร์ผสมเถ้าหนักล้วน ที่สารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 และ 0.55 ที่ทดสอบภาคสนาม ในพื้นที่ที่มีการแตกร้าวของผิวคอนกรีตภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 3 ตำแหน่งของแต่ละชุดทดสอบ ค่าการหดตัวตามด้านกว้าง ยาว และ ลึก ของวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีตตลอดระยะเวลา 14 วัน ดังรูปที่ 10 11 และ 12 ตามลำดับ



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบการหดตัวด้านกว้าง ของวัสดุซ่อมแซมที่ผิวของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ ที่สารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 และ 0.55



รูปที่ 11 การเปรียบเทียบการหดตัวด้านยาว ของวัสดุซ่อมแซมที่ผิวของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ ที่มีสารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 และ 0.55



รูปที่ 12 การเปรียบเทียบการหดตัวด้านลึก ของวัสดุซ่อมแซมที่ผิวของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ ที่สารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 และ 0.55

การเปรียบเทียบการหดตัวความด้านกว้าง ด้านยาว และด้านลึก ของวัสดุซ่อมแซมที่ผิวของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ที่ผสมเถ้าหนักล้วน ที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 และ 0.55 ดังรูปที่ 10 ถึง รูปที่ 12 พบว่า จากการซ่อมแซมผิวคอนกรีตที่เสียหายบริเวณคอนโดอาจารย์ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมามีค่าแปรผันเปลี่ยนตรงกันข้ามกับผลทดสอบในห้องทดลอง อาจเกิดจากอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมมีความชื้นหรือความร้อนมากเกินไปจึงทำให้ค่าการหดตัวแห้งแปรผันเปลี่ยนไป โดยการหดตัวด้านกว้างที่สารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.55 มีการหดตัวน้อย ด้านยาวมีค่าการหดตัวโดยประมาณ 0.16 มม. ด้านลึกมีค่าการหดตัวโดยประมาณ 0.12 มม. ที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลานเท่ากับ 0.40 ด้านกว้างมีค่าการหดตัวแห้งที่ใกล้เคียงกันโดยประมาณ 0.08 มม. และการหดตัวด้านยาวมีค่าการหดตัวโดยประมาณ 0.07 มม. การหดตัวด้านลึกมีค่าการหดตัวแห้งที่ใกล้เคียงกันโดยประมาณ 0.09 มม.

9. สรุปผล

จากผลการศึกษาคุณสมบัติจีโอโพลิเมอร์ดินขาวเผาและเถ้าหนักเพื่อเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีตในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน สรุปได้ดังต่อไปนี้

9.1 คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุ

ทรายแม่น้ำ มีค่าความถ่วงจำเพาะรวม ค่าการดูดซึมน้ำ และโมดูลัสความละเอียดเท่ากับ 2.33 0.60 % และ 2.60 ตามลำดับ การกระจายขนาดของทรายมีขนาดกระจายอยู่ในช่วงมวลรวมละเอียดตามาตรฐาน ASTM C 33 ความละเอียดของดินขาวเผาและเถ้าหนักมีร้อยละที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 325 เท่ากับ 70 ความถ่วงจำเพาะของดินขาวเผาและเถ้าหนักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 และ 2.58 ตามลำดับ

9.2 ระยะเวลาการก่อตัวต้นของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาและเถ้าหนักโดยวิธีเข็มไวแคต

การก่อตัวต้นของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาและเถ้าหนักโดยเข็มไวแคตให้ค่าการก่อตัวใกล้เคียงกันทุกอัตราส่วนผสมที่ทดสอบ อาจเกิดจากการเติมสารละลายโซเดียมซิลิเกตต่อโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ไม่ต่างกันมาก จึงทำให้ค่าการก่อตัวต้นไม่ต่างกันมาก และอัตราการการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อระยะเวลาก่อตัวต้น

9.3 หดตัวแห้งของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาและเถ้าหนัก

การหดตัวแห้งของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาและเถ้าหนักมีค่าลดลงเนื่องจากการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนัก แสดงว่าการผสมระหว่างดินขาวเผาล้วนจะทำให้จีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์มีการหดตัวมากกว่าที่มีเฉพาะเถ้าหนักล้วน

9.4 หน่วยน้ำหนักและกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาและเถ้าหนัก

เมื่อดินขาวเผาแทนที่ด้วยเถ้าหนักเพิ่มขึ้นหน่วยน้ำหนักจะลดลง การผสมระหว่างดินขาวเผาล้วนจะทำให้จีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์มีหน่วยน้ำหนักมากกว่าที่มีเฉพาะเถ้าหนักล้วน และกำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดินขาวเผาและเถ้าหนัก เมื่อเพิ่มการแทนที่ของดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักที่อัตราส่วนผสมของเถ้าหนักมากขึ้น จะทำให้กำลังอัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์มากขึ้น ร้อยละการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักน้อยกว่า75 ที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลาน เท่ากับ 0.40 มีกำลังอัดมากกว่าที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลาน เท่ากับ 0.55 เมื่อร้อยละการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักมากกว่า75 ที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลาน เท่ากับ 0.40 จะมีกำลังอัดคงที่แต่ที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลาน เท่ากับ 0.55 มีแนวโน้มกำลังอัดเพิ่มขึ้น แสดงว่าอัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลาน มีผลต่อกำลังอัด

9.5 ผลการใช้จีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์จากเถ้าหนักเพื่อเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีต

การนำจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ไปซ่อมแซมผิวคอนกรีต จากการสังเกตด้วยตาเปลาและถ่ายภาพการซ่อมแซมของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์จากเถ้าหนักล้วนที่อัตราส่วนสารละลาย/สารปอซโซลาน เท่ากับ 0.40 และ 0.55 พบว่าการซ่อมแซมด้วยจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์จากเถ้าหนักล้วนไม่มีการแตกร้าว วัสดุยึดเกาะกันเป็นเนื้อเดียวกับผิวคอนกรีตเดิม และมีระยะการหดตัวน้อย อุณหภูมิของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ ที่สารละลายต่อสารปอซโซลาน

เท่ากับ 0.40 และ สารละลายต่อสารปอซโซลาน เท่ากับ 0.55 ตลอดระยะเวลาที่วัด 14 วัน อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.9 องศาเซลเซียส แตกต่างจากอุณหภูมิในห้องทดสอบ เท่ากับ 34 องศาเซลเซียส

10.อภิปรายผล

10.1 การแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักที่อัตราส่วนเถ้าหนักมากกว่าดินขาวเผาทำให้การหดตัวช้าลงและยังทำให้กำลังอัดเพิ่มขึ้น

10.2 อัตราส่วนสารละลายต่อสารปอซโซลาน 0.4 กับ 0.55 มีผลกระทบกับคุณสมบัติของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ โดยอัตราส่วนสารละลายต่อสารปอซโซลานเท่ากับ 0.55 มีการหดตัวน้อย และการกร่อนของผิวหน้าน้อยกว่าและให้ค่ากำลังอัดที่ดีกว่าอัตราส่วนสารละลายต่อสารปอซโซลานเท่ากับ 0.4 ดังนั้นสารละลายที่มีจำนวนมากจะมีผลทำให้คุณสมบัติของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ดีขึ้นด้วย 10.3 การนำจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์ไปซ่อมแซมผิวคอนกรีตบริเวณคอนโดอาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมามีค่าการหดตัวแห้งแปรผันแตกต่างจากการทดลองในห้องทดสอบอาจเป็นเพราะเกิดจากอุณหภูมิไม่คงที่และไม่สามารถควบคลุมสภาพแวดล้อมในการซ่อมแซมภาคสนามได้

11. ข้อเสนอแนะ

11.1 ควรมีการศึกษาการค่าการต้านทานแรงดึงแยกและแรงดัดของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์และเปรียบเทียบกับมอร์ต้าร์ที่ทำกับปูนซีเมนต์

11.2 งานวิจัยนี้พบว่ามีแนวโน้มที่ดีในการผสมระหว่างการแทนที่ดินขาวเผาด้วยเถ้าหนักที่อัตราส่วนผสมที่ออกแบบไว้ทำให้มีกำลังอัดเพิ่มขึ้น

11.3 ควรบดดินขาวให้ละเอียดกกว่านี้ และนำดินขาวใส่ถาดชั้นบางๆ ไปเผาให้ทั่วถึงวัสดุดินขาวเผาจึงจะให้กำลังอัดได้ดีและเกิดการเกาะตัวดีกว่าและอุณหภูมิในการเผาควรยุระหว่าง 500 c° เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

11.4 ทรายควรบดให้มีความละเอียดเท่ากับดินขาวเผาและเถ้าหนักเพื่อไม่ให้เกิดการกร่อนผิวหน้าของจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์

11.5 การทดสอบภาคสนามควรเปรียบเทียบจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์กับปูนซีเมนต์มอร์ต้าร์ในการซ่อมแซมผิวคอนกรีต

12. กิติกรรมประกาศ

โครงการศึกษาคุณสมบัติของจีโอโพลิเมอร์ดินขาวเผาและเถ้าหนักสำหรับเป็นวัสดุซ่อมแซมผิวคอนกรีต ได้รับทุนสนับสนุนทำปริญญานิพนธ์ จากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

13.เอกสารอ้างอิง

ภากร ไตรศิริวาณิชย์ ,ปริญญา จินดาประเสริฐ จีโอโพลิเมอร์จากเถ้าหนัก (Bottom Ash) เกิดจากการเผาถ่านหิน เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเช่นเดียวกับเถ้าลอย คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยลำปาง 2550.

ภัทรกมล ไชยภูมิ. ผลของ Na_2O SiO_2 และ H_2O ต่อสมบัติของจีโอพอลิเมอร์ฐานเถ้าลอย ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2557.

ยุพาพร รักสกุลพิวัฒน์ , อุทัย มีคำ ได้ทำการศึกษาการใช้เถ้าดำจากแกลบเปลือกข้าวสารเป็นสารตัวเติมในวัสดุวิศวกรรมพอลิเมอร์ ทุนพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ มทส สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2543.

วันชัย ยอดสุดใจ , วีระพงษ์ พิกุลประยงค์ การพัฒนาจีโอโพลิเมอร์มอร์ต้าร์เพื่อใช้เป็นวัสดุซ่อมแซม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2552.

ดวงฤดี ฉายสุวรรณ การพัฒนาจีโอโพลิเมอร์ด้วยวัสดุปอซโซลานต้นทุนต่ำในประเทศไทยเป็นวัสดุก่อสร้างสีเขียวเพื่อลดภาวะเรือนกระจก ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2559

สำเริง รักซ้อน , ปริญญา จินดาประเสริฐ ทฤษฎีและการทดสอบคอนกรีตเทคโนโลยีฉบับปรับปรุงแก้ไข พิมพ์ครั้งที่ 5. นนทบุรี:แองเกิ้ลออฟไซ 2557.

อาบีเด็ง ฮาวา ,วรพจน์ ประชาเสรี สมบัติวัสดุประสานจีโอโพลิเมอร์ดินขาวซ่อมแซมผิวทางคอนกรีตเพื่อใช้ในงานก่อสร้างและงานซ่อมแซมวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 2556.

อาภา สธนเสาวภาคย์ การศึกษาเปรียบเทียบการกัดกร่อนของซัลเฟตและกรดของมอร์ต้าร์ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานปริมาณมากและมอร์ต้าร์จีโอโพลิเมอร์เถ้าหนัก วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบันฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2553.

Peter H.Emmons Concrete Repair and Maintenance Illustrated ฉบับไทย ผู้แปล สืบศักดิ์ พรหมบุญ และคณะ จัดทำ บริษัทเอสซีจี ซิเมนต์ จำกัด ในธุรกิจซิเมนต์ เครือซิเมนต์ไทย (SCG CEMENT) พิมพ์ครั้งที่ 1 เมษายน 2551 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

Shortbus. ดินขาวเผา Kaolin (serial online) 2555 January 31 (cited 2555 January 31) Available from: URL: http://shortbuskaolin.blogspot.com/2012/01/kaolin.html

ผลของสภาวะการเก็บรักษาต่อคุณภาพน้ำนมพาสเจอไรส์
Effect of storage condition on the quality of pasteurized milk

กนกพร คล้อยกลาง, กาญจนา หอมบุตร
*ฐิติพร ทองเรืองและจิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี **
Kanokporn Kloyklang, Kanjana Hombut
*Thitiporn Thongruang and Jirawan Oonmetta-aree**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำนมพาสเจอไรส์ที่เก็บรักษาในสภาวะต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิห้อง ถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง และถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง จากการตรวจคุณภาพน้ำนมพาสเจอไรส์ทั้งสามสภาวะ ได้แก่ อุณหภูมิห้อง ถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็งและถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง ในชั่วโมงที่ 0-5 น้ำนมมีค่าความสว่าง (L*) ลดลง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)อยู่ระหว่าง 6.4-6.7มีค่าร้อยละปริมาณกรดอยู่ระหว่างร้อยละ 0.12-0.16เมื่อเก็บรักษาถึงชั่วโมงที่ 5 สภาวะการเก็บรักษาอุณหภูมิห้องมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 4.85±0.11 log CFU/ml และถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็งมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 4.88±0.09 log CFU/ml ส่วนน้ำนมที่เก็บในถังบรรจุที่มีน้ำแข็งมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.30±0.19 log CFU/ml ปริมาณเชื้อ *Bacillus cereus* ในชั่วโมงที่ 0-5 ทุกสภาวะในการเก็บรักษามีปริมาณเชื้อน้อยกว่า 10 CFU/ml ทั้งสามสภาวะในชั่วโมงที่เริ่มเก็บรักษา (ชั่วโมงที่0) ไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อโรค เมื่อเก็บรักษาน้ำนมพาสเจอไรส์ทั้งสามสภาวะถึงชั่วโมงที่ 18 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 4.46 4.50 และ 6.67 ตามลำดับค่าร้อยละปริมาณกรดมีค่าร้อยละ 0.23 0.23 และ 0.16 ตามลำดับ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 9.63±0.22 logCFU/ml 9.82±0.22 logCFU/ml 4.71±0.41 logCFU/ml ตามลำดับปริมาณเชื้อ *B. cereus* มีปริมาณเท่ากับ 2.28±0.04 logCFU/ml 2.48±0.01 logCFU/mlและ 36.66 CFU/ml ตามลำดับ

คำสำคัญ : น้ำนมพาสเจอไรส์ คุณภาพน้ำนม การเก็บรักษา

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Food Science and Technology Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima, 30000
* corresponding author: jirawan.o@nrru.ac.th

Abstract

This research aims to study the changes in the quality of pasteurized milk stored under various conditions such as a room temperature (RT), a bucket without ice (BN) and a bucket with ice (BI). Pasteurized milk qualities were determined in three conditions: room temperature, a bucket without ice and a bucket with ice. At 0 to 5 hours the milk had lower luminance (L*), pH values was between 6.4 to 6.7 percent. The titratable acidity content ranged from 0.12 to 0.16 percent. After storage for 5 hours, total viable count in milk, which stored at RT, BN and BI were 4.85 ± 0.11 logCFU/ml, 4.88 ± 0.09 logCFU/ml and 3.30 ± 0.19log CFU/ml, respectively. The amount of Bacillus cereus in 0 to 5 hours all storage conditions were less than 10 CFU/ml. At the beginning of storage time (o h), all of the storage conditions were not detected pathogenic bacteria. After 18 h, milk was found that pH values were 4.46, 4.50 and 6.67, respectively. Titratable acidity content was 0.23%, 0.23% and 0.16%, respectively. Total viable count was 9.63 ± 0.22 logCFU/ml, 9.82 ± 0.22 logCFU/ml, 4.71 ± 0.40 logCFU/ml, respectively. *B. cereus* was detected 2.28 ± 0.04 logCFU/ml, 2.48 ± 0.01 logCFU/ml and 36.66 CFU / ml.

Keywords: Pasteurized milk, Milk quality, Storage

บทนำ

น้ำนมพาสเจอไรส์ หมายถึง น้ำนมที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในคน โดยใช้อุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม โดยทำให้นมร้อนไม่ต่ำกว่า 63 องศาเซลเซียส และคงอยู่ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที หรือทำให้ร้อนไม่ต่ำกว่า 72 องศาเซลเซียส และคงอยู่อุณหภูมินี้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 วินาที แล้วทำให้เย็นลงทันทีถึงอุณหภูมิ 5-8 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ในขณะเดียวกันก็เป็นการทำลาย จุลินทรีย์ต่างๆ ในน้ำนมที่จะทำให้นมเสียได้ร้อยละ 95-99 และทำลายเอนไซม์ที่มีอยู่ในน้ำนม ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาน้ำนมได้นานขึ้น (ชูรัฐ แปลกสงวนศรี, 2534; Bibek and Bhunia, 2014)

รัฐบาลส่งเสริมให้นักเรียนดื่มนม โดยมีการจัดโครงการส่งเสริมการบริโภคนมของเด็กโดยจัดตั้งโครงการ “นมโรงเรียน” ขึ้นมา นมโรงเรียนในประเทศไทย มี 2 ประเภท ได้แก่ นมพาสเจอไรส์ (บรรจุถุง) และนมยูเอชที (บรรจุกล่อง) นมพาสเจอไรส์เป็นน้ำนมที่ผ่านกรรมวิธีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส ทำให้ฆ่าเชื้อเฉพาะกลุ่มจุลินทรีย์ก่อโรค แต่จะยังคงมีจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียหลงเหลืออยู่บ้างทำให้หลังจากผลิตแล้วจะต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาน้ำนมจึงต้องเก็บในตู้เย็นหรือหากใช้น้ำแข็งก็ต้องดูแลให้น้ำนมมีความเย็นไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส และในการขนส่งนมพาสเจอไรส์ควรต้องรักษาความเย็นไว้ตลอดเวลา การปล่อยให้อุณหภูมิน้ำนมสูงขึ้นแม้เป็นช่วงสั้นๆ เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตทำให้น้ำนมเสียหรือมีคุณภาพลดลงได้ ถ้ามีการเก็บรักษาอย่างถูกต้องแล้ว น้ำนมจะมีอายุการเก็บรักษาอยู่ในช่วงไม่เกิน 10 วัน เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์หรือเกิดการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ เช่น จุลินทรีย์พวกที่ทนความร้อนได้ ซึ่งมักจะเป็นพวกแบคทีเรียแกรมบวก แบคทีเรียที่สร้างสปอร์และทนความร้อน เป็นต้น (ลาวัณย์ ไกรเดช, 2542)

พ.ศ.2556 มีการรายงานการตรวจสอบคุณภาพนมโรงเรียน โดยนพ.นิพนธ์ โพธิ์พัฒนชัย อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เปิดเผยว่า จากการตรวจสอบคุณภาพนมโรงเรียนของสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทย์ฯ พบว่า ตัวอย่างนมโรงเรียนทั้งชนิด พาสเจอร์ไรส์ และยูเอชที ที่ผลิตจากโรงนมขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก และกลุ่มสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคนม เป็นตัวอย่างที่ส่งตรวจโดยหน่วยงานต่างๆ เช่น สำนักงานคณะกรรมการอาหาร

และยา (อย.) สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด (สสจ.) และผู้ประกอบการ ระหว่างปี พ.ศ.2553-2555 จำนวน 450 ตัวอย่าง (121, 180 และ 149 ตัวอย่าง ตามลำดับ) โดยตรวจวิเคราะห์ทั้งทางด้านจุลินทรีย์ คุณค่าทางโภชนาการ สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสารต้าน จุลชีพตกค้าง พบตัวอย่างที่ไม่ได้มาตรฐาน จำนวน 42 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9.3 เมื่อจำแนกตามรายการตรวจวิเคราะห์พบตัวอย่างไม่ได้มาตรฐานด้านจุลินทรีย์ ร้อยละ 8.6 สาเหตุจากพบปริมาณแบคทีเรียเกินมาตรฐานมากที่สุด รองลงมาได้แก่ เชื้อBacillus cereus เชื้อ E. coli เชื้อโคลิฟอร์ม ตามลำดับ โดยพบนมพาสเจอร์ไรส์ไม่ได้มาตรฐานมากกว่านมยูเอชที สำหรับด้านคุณค่าทางโภชนาการพบว่าไม่ได้มาตรฐานร้อยละ 3.8 สาเหตุเนื่องจากปริมาณเนื้อนมไม่รวมไขมัน ไขมันและโปรตีน ต่ำกว่ามาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 2.6, 0.9 และ0.6 ตามลำดับ ส่วนสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสารต้านจุลชีพตกค้างตรวจไม่พบในทุกตัวอย่าง นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวอย่างนมที่เก็บจากโรงเรียนไม่เข้ามาตรฐานด้านจุลินทรีย์มากกว่าตัวอย่างนมที่เก็บจากสถานที่ผลิต (พ่อแม่ลูกปลูกรัก, 2556) อาจเนื่องจากการเก็บรักษาน้ำนมก่อนการบริโภคอยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิในการเก็บรักษาน้ำนมสูงกว่า 10 องศาเซลเซียส เป็นต้น

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษานมพาสเจอไรส์ของ Dommett (1998) พบการเจริญเติบโตของ *Bacillus cereus* ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียที่สามารถสร้างสปอร์ และสามารถรอดชีวิตจากความร้อนในกระบวนการพาสเจอไรส์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่า 6 องศาเซลเซียส สปอร์สามารถงอกและเพิ่มจำนวนได้ (Griffiths, 1992) ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นมพาสเจอไรส์ที่เก็บรักษาที่สภาวะไม่ถูกต้องเสื่อมเสียได้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำนมพาสเจอไรส์ที่เก็บรักษาในสภาวะต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิห้อง ถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง และถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของน้ำนมพาสเจอไรส์ที่เก็บรักษาในสภาวะต่างๆ

นำตัวอย่างน้ำนมพาสเจอไรส์รสจืดบรรจุถุง จากโรงงานแปรรูปนมแห่งหนึ่ง ในจังหวัดนครราชสีมามาตรวจสอบคุณภาพด้านต่างๆ โดยระหว่างขนส่งเก็บน้ำนมในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็งอุณหภูมิต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส เมื่อถึงห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร แบ่งตัวอย่างเก็บรักษา 3 สภาวะได้แก่ อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็งและถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง ในถังจะใส่น้ำแข็งสูงจากถุงน้ำนมประมาณ 1 นิ้วใส่น้ำแข็งครั้งเดียว โดยถังบรรจุพลาสติกขนาด 100 ลิตร กว้าง×ยาว×สูง (37×57×44 เซนติเมตร) แบ่งตัวอย่างสำหรับ ตรวจคุณภาพเป็น 3 สภาวะการทดลอง โดยนำตัวอย่างน้ำนมพาสเจอไรส์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง และถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง สุ่มตัวอย่างน้ำนมมาตรวจคุณภาพ 0, 2, 4, 5 และ 18 ชั่วโมง ดังนี้

1.1 การตรวจคุณสมบัติด้านกายภาพ ได้แก่ การวัดค่าสี *L* a* b** ค่าเฉดสี (°h)

1.2 การตรวจคุณสมบัติด้านเคมี ได้แก่ ร้อยละของปริมาณกรด ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

1.3 การตรวจสอบด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus,* Coliform, *Escherichia coli Salmonella sp., Vibrio cholera*

2. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการตรวจสอบ 3 ซ้ำ โดยวิเคราะห์การเสื่อมเสียของน้ำนมจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์หรือปริมาณกรดเกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. นมสด 738-2547) นำข้อมูลด้านกายภาพและด้านเคมีมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. การตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ

1.1 ค่าสี

จากการตรวจสอบคุณลักษณะด้านสี *L* a* b** ของน้ำนมพาสเจอไรส์ พบว่าค่าสีของน้ำนมที่สภาวะอุณหภูมิห้อง และถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง ชั่วโมงที่ 0-18 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าค่าความสว่าง (L*) ลดลง น้ำนมมีสีคล้ำขึ้น เนื่องจากค่าความสว่างของน้ำนมขึ้นอยู่กับปริมาณอนุภาคการแขวนลอยของโปรตีน เมื่ออุณหภูมิในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจึงทำให้โปรตีนในน้ำนมเสื่อมสภาพเกิดเป็นตะกอนทำให้น้ำนมมีสีคล้ำขึ้น ส่วนน้ำนมในถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งค่าเฉดสี (°h) ที่ได้อยู่ในโทนขาวอมเหลือง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสีของน้ำนมพาสเจอไรส์

ชั่วโมงการเก็บรักษา	สภาวะการเก็บรักษา	ความสว่าง (L*)	สีแดง (a*)	สีเหลือง (b*)	ค่าเฉดสี (°h)
ชั่วโมงที่ 0	RT	92.59^{a}±0.09	-1.28^{c}±0.01	10.25^{a}±0.04	97.16^{c}±0.04
	BN	90.79^{b}±1.73	-1.43^{b}±0.06	9.93^{b}±0.30	98.22^{a}±0.56
	BI	93.03^{a}±0.18	-1.67^{a}±0.01	9.39^{c}±0.07	98.08^{b}±0.04
ชั่วโมงที่ 2	RT	90.76^{b}±0.05	-1.20^{c}±0.01	10.18^{a}±0.03	96.76^{c}±0.01
	BN	90.83^{b}±0.06	-1.32^{b}±0.01	10.13^{b}±0.02	97.43^{b}±0.03
	BI	92.98^{a}±0.48	-1.69^{a}±0.01	9.37^{c}±0.02	99.36^{a}±0.53
ชั่วโมงที่ 4	RT	88.57^{b}±0.03	-1.30^{c}±0.01	9.54^{a}±0.01	97.77^{c}±0.02
	BN	88.31^{c}±0.08	-1.48^{b}±0.01	9.36^{b}±0.03	98.97^{b}±0.06
	BI	93.54^{a}±0.16	-1.64^{a}±0.06	9.33^{b}±0.15	99.63^{a}±0.13
ชั่วโมงที่ 5	RT	88.56^{b}±0.03	-1.27^{c}±0.00	9.51^{c}±0.01	97.61^{c}±0.00
	BN	87.92^{c}±0.01	-1.44^{b}±0.01	9.67^{b}±0.03	98.50^{b}±0.02
	BI	93.51^{a}±0.11	-1.54^{a}±0.10	$9..85^{a}$±0.05	99.50^{a}±0.07
ชั่วโมงที่ 18	RT	88.18^{b}±0.02	-1.30^{c}±0.00	9.54^{c}±0.01	98.20^{c}±0.90
	BN	87.48^{c}±0.01	-1.68^{b} ±0.01	10.10^{a}±0.01	98.42^{b}±0.01
	BI	93.56^{a}±0.07	-1.78^{a}±0.04	9.67^{b}±0.07	99.69^{a}±0.07

L*= ความสว่าง (0=ดำ 100=ขาว) a*=+สีแดง –สีเขียว b*=+สีเหลือง –สีน้ำเงิน
RT : อุณหภูมิห้อง BN : ถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง BI : ถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง
abc ในแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) means±SD, n=3

1.2 อุณหภูมิ

จากตารางที่ 2 ชั่วโมงที่ 0-18 สภาวะอุณหภูมิห้องและถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง มีอุณหภูมิที่วัดได้อยู่ระหว่าง 22-28 องศาเซลเซียส ส่วนถังบรรจุที่มีน้ำแข็งมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 3-6 องศาเซลเซียส

2. การตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพ

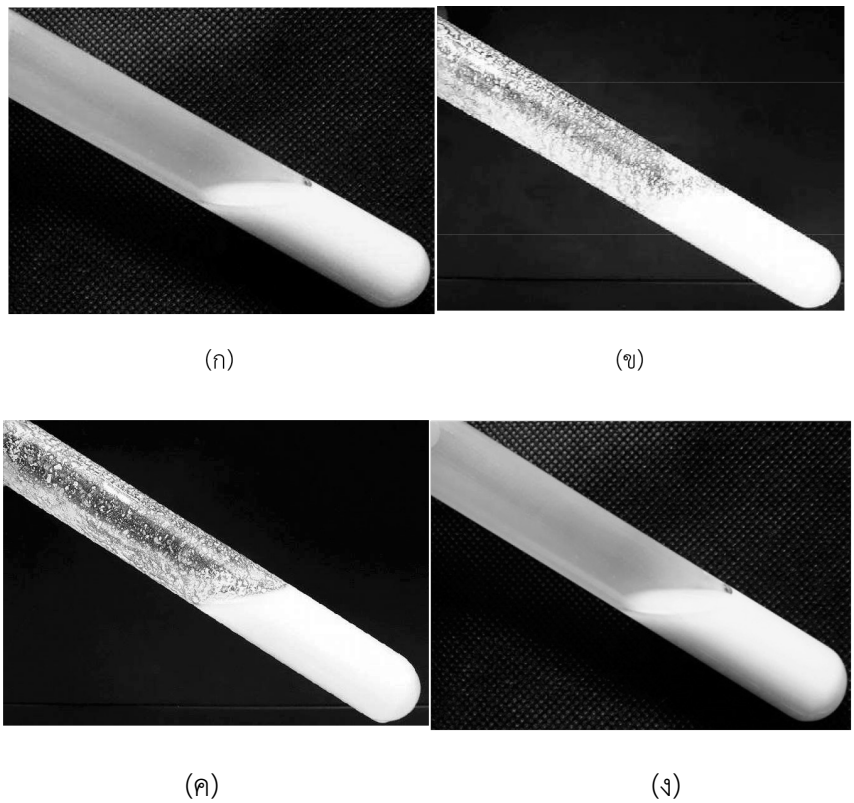
2.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากตารางที่ 2 เมื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำนมพาสเจอไรส์ทั้งสามสภาวะ พบว่าชั่วโมงที่ 0-5 ค่า pH ของน้ำนมยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีค่าpH อยู่ระหว่าง 6.4-6.7 ลักษณะน้ำนมมีสีขาว มีกลิ่นของน้ำนมปกติ ไม่มีการตกตะกอนของน้ำนม ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะของน้ำนมปกติ เมื่อเก็บรักษาไปถึงชั่วโมงที่ 18 สภาวะอุณหภูมิห้องและถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็งมีค่า pH ของน้ำนมเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด มีค่าเท่ากับ 4.4-4.5 ลักษณะที่พบคือ กลิ่นรสผิดปกติ มีกลิ่นเปรี้ยวคล้ายกลิ่นกรด น้ำนมจับตัวเป็นก้อนตกตะกอน (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นลักษณะของน้ำนมที่เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิในถังที่ไม่มีน้ำแข็งที่ใช้ในการเก็บรักษาประมาณ 27 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิด Mesophile ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิปานกลางเจริญเติบโตได้ดีอุณหภูมิระหว่าง 30-35 องศาเซลเซียส เชื้อที่ยังคงหลงเหลืออยู่หลังการพาสเจอไรส์ เช่น Aeromonas และ B. cereus สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสได้เป็นกรดแลคติก จึงทำให้ค่า pH ลดลง (บริษัท เต็ดตรา แพ้ค (ประเทศไทย) จำกัด. 2557) ส่วนถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง ลักษณะที่ตรวจสอบพบว่า น้ำนมมีลักษณะปกติยังไม่เกิดการเสื่อมเสีย เนื่องจากในถังบรรจุที่มีน้ำแข็งมีอุณหภูมิประมาณ 6 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่กระทรวงสาธารณสุขแนะนำให้เก็บรักษาน้ำนมพาสเจอไรส์ในอุณหภูมิต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส น้ำนมพาสเจอไรส์ที่เก็บในถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง ในชั่วโมงที่ 18 พบว่าค่า pH ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (เกณฑ์มาตรฐานของน้ำนมพาสเจอไรส์มีค่าpH เท่ากับ 6.7) เนื่องจากอุณหภูมิในถังน้ำแข็งยังคงอุณหภูมิที่ 6 องศาเซลเซียส ซึ่งช่วยชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

ตารางที่ 2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำนมพาสเจอไรส์ที่เก็บรักษาที่ สภาวะต่างๆ

สภาวะการเก็บรักษา	ค่าความเป็นกรด-ด่าง pH				
	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 2	ชั่วโมงที่ 4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่ 18
RT	6.67±1.08	6.57±0.04	6.46±0.03	6.46±0.03	4.46±0.03
BN	6.67±1.08	6.62±0.02	6.43±0.04	6.43±0.01	4.50±0.04
BI	6.67±1.08	6.73±0.03	6.73±0.01	6.73±0.01	6.67±0.04

RT : อุณหภูมิห้อง BN : ถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง BI : ถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง
เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำนมพาสเจอไรส์ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 364 พ.ศ.2556 กำหนดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.7, means±SD, n=3



(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 1 ลักษณะปรากฏของน้ำนมพาสเจอไรส์ในระหว่างการเก็บรักษาที่ชั่วโมงที่ 0 และ 18

(ก) น้ำนมพาสเจอไรส์เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ชั่วโมงที่0) (ข) น้ำนมพาสเจอไรส์เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ชั่วโมงที่ 18)
(ค) น้ำนมพาสเจอไรส์เก็บรักษาในถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง (ง) น้ำนมพาสเจอไรส์เก็บรักษาในถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง

2.2 ร้อยละของปริมาณกรด (% Titratable acidity)

น้ำนมพาสเจอไรส์ทั้งสามสภาวะมีค่าร้อยละของปริมาณกรดชั่วโมงที่ 0-5 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน อยู่ระหว่างร้อยละ 0.12-0.16 เมื่อเก็บรักษาถึงชั่วโมงที่ 18 น้ำนมที่เก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้องและถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็งมีค่าร้อยละของปริมาณกรดเท่ากับร้อยละ 0.23 ดังตารางที่ 3 ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนด (มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.16) ลักษณะที่ตรวจพบคือ มีกลิ่นกรด มีรสเปรี้ยวแบบกรด น้ำนมจับตัวเป็นก้อนตกตะกอนอย่างเห็นได้ชัดเจน เพราะเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถรอดชีวิตที่อุณหภูมิพาสเจอไรส์ เช่น Aeromonas และ Bacillus cereus เป็นต้น จะย่อยน้ำตาลแล็กโทสได้เป็นกรดแลคติกจึงมีปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้แคลเซียมไฮดรอกซีฟอสเฟตในเคซีน ไมเซลล์เกิดการแตกตัวได้แคลเซียมไอออนซึ่งไอออนดังกล่าวจะเข้าไปแทรกตัวในโครงสร้าง และสร้างพันธะแคลเซียมที่แข็งแรงภายในเคซีนไมเซลล์ทำให้เกิดการรวมตัวกันระหว่างเคซีนไมเซลล์จนเกิดเป็นก้อนลิ่มเรียกว่า เคซีน (casein)ในน้ำนมเกิดการตกตะกอน แยกชั้นเกิดลิ่มนม เนื่องจากการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (บริษัท เต็ดตรา แพ้ค (ประเทศไทย) จำกัด. 2557) ส่วนนมพาสเจอไรส์ที่เก็บในถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง ในชั่วโมงที่ 18 ยังมีร้อยละของปริมาณกรดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม คือ ร้อยละ 0.16

ตารางที่ 3 ร้อยละของปริมาณกรด (% Titratable acidity) ของน้ำนมพาสเจอไรส์ในแต่ละสภาวะ

สภาวะการเก็บรักษา	ร้อยละของปริมาณกรด (%Acidity)				
	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 2	ชั่วโมงที่ 4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่ 18
RT	0.14±0.0002	0.12±0.0002	0.13±0.0002	0.14±0.0004	0.23±0.0005
BN	0.14±0.0002	0.14±0.0003	0.13±0.0002	0.16±0.0004	0.23±0.0004
BI	0.14±0.0002	0.14±0.0002	0.14±0.0002	0.15±0.0002	0.16±0.0002

เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำนมพาสเจอไรส์ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 364 พ.ศ.2556 กำหนดร้อยละของปริมาณกรด (%Titratable acidity) เท่ากับ 0.16, means±SD, n=3

3. การตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์

3.1 การตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

เมื่อตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในนมพาสเจอไรส์ในสภาวะต่างๆได้แก่ อุณหภูมิห้อง ถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง และถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total viable count) ในสภาวะต่างๆ เพิ่มจำนวนมากขึ้น (ตารางที่ 4) พบว่า เมื่อเข้าสู่ชั่วโมงที่ 5 ในสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 4.85±0.11 log-CFU/ml และถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็งมีปริมาณเชื้อเท่ากับ 4.88±0.09 logCFU/ml ซึ่งทั้งสองสภาวะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมของนมพาสเจอไรส์ต้องไม่เกิน 50,000 CFU/ml หรือ 5 log CFU/ml มีแนวโน้มว่าชั่วโมงที่ 5 เข้าสู่การเริ่มเกิดการเสื่อมเสีย เมื่อตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในชั่วโมงที่ 18 พบว่าน้ำนมพาสเจอไรส์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง มีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมของน้ำนมพาสเจอไรส์ เท่ากับ 9.63±0.23 logCFU/ml และ 9.82±0.23 logCFU/ml ตามลำดับ แต่น้ำนมที่เก็บในถังบรรจุที่มีน้ำแข็งยังมีเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน คือ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 4.71±0.04 logCFU/ml แต่มีแนวโน้มจะเกินเกณฑ์มาตรฐานในชั่วโมงที่ 19

ตารางที่ 4 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในสภาวะการเก็บรักษาต่างๆ

สภาวะการเก็บรักษา	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/ml)				
	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 2	ชั่วโมงที่ 4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่ 18
RT	2.21±0.00	4.54±0.08	4.54±0.01	4.85±0.11	9.63±0.22
BN	2.21±0.00	3.94±0.53	4.40±0.09	4.88±0.09	9.82±0.22
BI	2.21±0.00	2.73±0.18	3.19±0.08	3.30±0.19	4.71±0.41

เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำนมพาสเจอไรส์ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 364 พ.ศ.2556
ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 50,000 (5 log) CFU/ml

3.2 การตรวจวิเคราะห์เชื้อ *Bacillus cereus*

จากการตรวจหาปริมาณเชื้อ *B. cereus* ในชั่วโมงที่ 0-5 ทุกสภาวะในการเก็บรักษามีปริมาณเชื้อน้อยกว่า 10 CFU/ml ซึ่งแสดงว่าน้ำนมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำนมพาสเจอไรส์กระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 364 พ.ศ.2556 ซึ่งกำหนดไว้ว่าจำนวนเชื้อ *B. cereus* ต้องน้อยกว่า 100 CFU/ml แต่เมื่อเก็บรักษาน้ำนมพาสเจอไรส์ทั้งสามสภาวะถึงชั่วโมงที่ 18 พบว่าน้ำนมพาสเจอไรส์ สภาวะอุณหภูมิห้องและถังที่ไม่มีน้ำแข็งมีปริมาณเชื้อ *B. cereus* เกินเกณฑ์มาตรฐานจึงทำให้อายุการเก็บรักษาสิ้นสุดลง (ตารางที่ 5) ส่วนถังบรรจุที่มีน้ำแข็งในชั่วโมงที่ 18 พบว่าน้ำนมพาสเจอไรส์มีปริมาณเชื้อ *B. cereus* อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเท่ากับ 36.66±17.50 CFU/ml โดยสภาวะในการเก็บรักษาน้ำนมที่อุณหภูมิห้องและถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง มีอุณหภูมิในชั่วโมงที่ 18 เท่ากับ 27 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อ *B. cereus* (Dommett. 1992) เนื่องจากน้ำนมที่ผ่านกระบวนการพาสเจอไรส์มีอุณหภูมิที่ใช้ทำลายเฉพาะจุลินทรีย์ที่ก่อโรคแต่ยังคงหลงเหลือจุลินทรีย์ที่ทำให้น้ำนมเกิดการเสื่อมเสีย หนึ่งในนั้นคือ *B. cereus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ทนต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการพาสเจอไรส์และสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (Larsen and Jorgensen. 1999)

ตารางที่ 5 ปริมาณเชื้อ Bacillus ceruesในน้ำนมพาสเจอไรส์ที่เก็บรักษาสภาวะต่างๆ

สภาวะการเก็บรักษา	ปริมาณเชื้อ Bacillus cerues (log CFU/ml)				
	ชั่วโมงที่ 0	ชั่วโมงที่ 2	ชั่วโมงที่ 4	ชั่วโมงที่5	ชั่วโมงที่ 18
RT	0.17±1.09	0.13±0.54	0.23±0.08	0.48±0.88	19.4±17.6
BN	0.17±1.09	0.16±0.54	0.33±0.06	0.41±0.11	30.3±7.71
BI	0.17±1.09	0.10±0.51	0.13±0.14	0.49±0	3.6±17.5

หมายเหตุ: เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำนมพาสเจอไรส์ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 364 พ.ศ.2556
ปริมาณ Bacillus cereus ไม่เกิน 100 CFU/ml

3.3 การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

จากตารางที่ 6 ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำนมพาสเจอไรส์เก็บรักษาสภาวะต่างๆ ในชั่วโมงที่ 0 หรือเริ่มต้นการเก็บรักษาไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคทุกสภาวะการเก็บรักษาซึ่งอยู่ในเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำนมพาสเจอไรส์ตามมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 364 พ.ศ. 2556

ตารางที่ 6 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำนมพาสเจอไรส์ก่อนการเก็บรักษา (ชั่วโมงที่ 0)

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์
Salmonella spp. (ในตัวอย่าง 25 ml)	ไม่พบ
Staphylococcus aureus (CFU/ml)	<10
Vibrio cholera (CFU/ml)	<10
Escherichia coli (CFU/ml)	<10
Coliform (CFU/ml)	<10

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การเก็บรักษาน้ำนมพาสเจอรไรส์ทั้งสามสภาวะ ได้แก่ อุณหภูมิห้อง ถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็งและถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง พบว่าการเก็บรักษาน้ำนมพาสเจอไรส์ในถังบรรจุที่มีน้ำแข็ง เป็นสภาวะที่ดีที่สุดมีคุณสมบัติทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านจุลินทรีย์ดังนี้ ถังบรรจุที่มีน้ำแข็งชั่วโมงที่18 มีอุณหภูมิในระหว่างการเก็บรักษาเท่ากับ 6 องศาเซลเซียสค่าสี ค่า L* a* b* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.7 ร้อยละของปริมาณกรดเท่ากับร้อยละ 0.16 ลักษณะน้ำนมมีสีขาว มีกลิ่นของน้ำนมปกติ ไม่มีการตกตะกอนของน้ำนม ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะของน้ำนมปกติ น้ำนมที่เก็บในถังบรรจุที่มีน้ำแข็งยังมีเชื้อจุลินทรีย์ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน คือปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ4.71±0.41 log CFU/ml ปริมาณเชื้อ B.cereus อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเท่ากับ 36.66±17.50 CFU/ml ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรค จึงเป็นสภาวะที่ดีที่สุดในระหว่างการเก็บรักษาน้ำนมพาสเจอไรส์ เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง และอุณหภูมิห้องมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมสด พ.ศ. 2547สามารถเก็บรักษาได้ 18 ชั่วโมง ส่วนน้ำนมในสภาวะอุณหภูมิห้องและถังบรรจุที่ไม่มีน้ำแข็ง น้ำนมมีอุณหภูมิเท่ากับ 27 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ร้อยละของปริมาณกรด ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และเชื้อ B. cereus เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมสด พ.ศ. 2547 น้ำนมมีกลิ่นกรด มีรสเปรี้ยวแบบกรด น้ำนมจับตัวเป็นก้อนตกตะกอนอย่างเห็นได้ชัดเจนจึงทำให้เก็บรักษาได้เป็นเวลา 4-5 ชั่วโมงเท่านั้น

ปัจจุบันสาธารณสุขจังหวัดมีคู่มือแนะนำการจัดเก็บนมพาสเจอไรส์ในโรงเรียน ถ้านมพาสเจอไรส์ไม่เกิน 100 ถุง ควรแช่นมในภาชนะถังแช่นมที่มีฝาปิดและเก็บความเย็นได้ดี โดยบรรจุน้ำแข็งอย่างน้อย 8 กิโลกรัม โดยไม่มีการนำน้ำแข็งออกถัง และควรเรียงน้ำแข็ง 2 ชั้น โดยเรียงไว้ด้านล่างถัง 1 ชั้น และด้านบนถัง 1 ชั้น มีน้ำนมอยู่ตรงกลางจะสามารถเก็บนมให้มีอุณหภูมิไม่เกิน 8 องศาเซลเซียส ได้นาน 9 ชั่วโมง (ดุษฎี ธรรมเจริญ. (มปป.))

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

เอกสารอ้างอิง

ชูรัฐ แปลกสงวนศรี. (2534). การเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ ในน้ำนมพาสเจอไรส์ที่มีอายุการเก็บต่างกัน (รายงานผลการวิจัย). เชียงราย : วิทยาลัยเกษตรกรรมเชียงราย.

ดุษฎี ธรรมเจริญ. (มปป.) ความรู้เรื่อง การรักษาคุณภาพน้ำนมตามโครงการนมโรงเรียน. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://pvlo- pni.dld.go.th/images/yutazat/

พ่อแม่ลูกปลูกรัก. (2556). พบนม ร.ร.ชนิดพาสเจอร์ไรส์คุณภาพ-โภชนาการต่ำกว่ามาตรฐาน. MGR Online. เผยแพร่: 26 มิ.ย. 2556

ลาวัณย์ ไกรเดช. (2542). จุลินทรีย์ในน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. ภาควิชาจุลชีววิทยา.

บริษัท เต็ดตรา แพ้ค (ประเทศไทย) จำกัด. (2557). คู่มือการผลิตและแปรรูปผลิตภัณฑ์นม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน)

Bibek, R. and Bhunia, A. (2014). Fundamental Food Microbiology. 5nded. USA : CRC Press.

Dommett et al. (1998). Critical contamination sites in the production line of pasteurized milk, with reference to the psychrothrophic spoilage flora. International of Dairy Journal. 8 : 829- 834.

Griffiths, M. W. (1992). Bacillus cereus in liquid milk and other milk products. Bulletin of the International Dairy Federation. 275: 36-39.

Larsen and Jorgensen k. (1999). Growth of Bacillus cereus in pasteurized milk products. International Journal of Food microbiology. 46 : 173-176.

ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรไทย ที่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อรา AchlyabisexualisBKKU 0504 และ Saprolegniadiclina BKKU 0506

Fungicidal effect of Thai herbal crude extracts on vegetative growth of AchlyabisexualisBKKU 0504 and SaprolegniadiclinaBKKU 0506

ขวัญประเสริฐ พันธุ์ชัย[1] ศรีนวล ตันสุวรรณ[1] มุทิตา อุตมะพันธุ์[2] และสิริกรณ์ สร้อยศิรินุกูล[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรไทย3 ชนิด ได้แก่ หัวกระเทียม (Allium sativum) ลำต้นใต้ดินขมิ้นชัน (Curcuma longa) และใบของพลู (Piper betal) โดยสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ เพื่อทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา AchlyabisexualisBKKU 0504และSaprolegniadiclina BKKU 0506พบว่าระดับความเข้มข้นที่น้อยที่สุดของสารสกัดจากพืชสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด ที่สามารถยับยั้งการเจริญของโคโลนีเชื้อรา A. bisexualis BKKU 0504 และS. diclina BKKU 0506 คือ1,000ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อวัดการเจริญของโคโลนีเชื้อราที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง และแช่เส้นใยราในสารสกัดนาน 10 นาที พบว่า ใบพลูมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ชนิด ได้ดีกว่าสารสกัดจากกระเทียมและขมิ้นชันตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

คำสำคัญ: สารสกัดหยาบ พืชสมุนไพรไทย การควบคุมการเจริญของเชื้อรา

Abstract

Ethanol crude extracts of garlic bulbs (Allium sativum), turmeric rhizomes (Curcuma longa) and betel vine leaves (Piper betal) were studied for fungicidal activity against Achlya bisexualis BKKU 0504 and Saprolegnia diclina BKKU 0506. It showed that the minimal concentration of crude extract was

[1]โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
[2]โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000
Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima, 30000
corresponding author: kwanprasert.p@nrru.ac.th

1,000 µg/mL exposed for 10 minutes and incubated for 24 hours was toxic to vegetative stage of A. bisexualis BKKU 0504 and S. diclina BKKU 0506, respectively. This study presented that the crude extracts of betel vine leaves had high antifungal activity and significantly different (P<0.05) between the treatment groups and the control groups of garlic bulbs and turmeric rhizomes, respectively.
Keywords : crude extract, Thai herbs, fungal control

ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ตั้งอยู่ในเขตศูนย์สูตรที่มีป่าเขตร้อน และมีความหลากชนิดของพืชสมุนไพร (3) คนส่วนใหญ่ให้ความสนใจกับการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพร เพราะมีประโยชน์หลายด้านทั้งเป็นยารักษาโรค อาหาร และเครื่องสำอาง

เนื่องจากสมุนไพรมีปริมาณสารตกค้างในธรรมชาติและในสิ่งมีชีวิตน้อย จึงทำให้มีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาปรับใช้เป็นยารักษาโรคที่เกิดจากเชื้อราในสัตว์น้ำได้ (2,6,9, 12) เชื้อราที่พบในสัตว์น้ำส่วนใหญ่เกิดจากราวงศ์ Saprolegniaceae หรือเป็นที่รู้จักกันว่าราน้ำ (water mould)สกุลที่เป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดโรค ได้แก่Achlya, Aphanomycesและ Saprolegnia (10) วิธีการควบคุมโรคเชื้อรามักใช้สารเคมี เช่น มาลาไคท์ กรีน (malachite green) และฟอร์มาลิน (formalin) (9)ในหลายประเทศสารเคมีเหล่านี้ถูกจำกัดการใช้สำหรับควบคุมโรคเชื้อราในสัตว์น้ำ เนื่องจากเป็นสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง มีการสะสมและตกค้างในสิ่งมีชีวิต รวมทั้งยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (11) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องนำสารเคมีชนิดอื่นที่มีความปลอดภัยมาทดแทน

การนำสารสกัดจากพืชสมุนไพรมายับยั้งการเจริญเติบโตของโรคเชื้อราในสัตว์น้ำแทนการใช้สารเคมีควบคุมโรค นอกจากจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายของเกษตรกรแล้ว ยังไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอีกด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิ

ภาพของพืชสมุนไพรไทยบางชนิดที่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อรา2 ชนิด คือAchlya bisexualis BKKU 0504 และSaprolegnia diclina BKKU 0506

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมเชื้อรา

นำเชื้อรา 2 ชนิด คือAchlya bisexualis BKKU 0504และSaprolegnia diclina BKKU 0506ที่แยกได้จากไข่ปลานิล (Oreochromis niloticus) จากห้องปฏิบัติการโรคปลาน้ำจืดภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง GY (Glucose Yeast Extract medium)(8) แล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิ25 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การเตรียมสารสกัด

พืชสมุนไพรไทยที่ใช้ในการทดลอง 3 ชนิด ได้แก่หัวกระเทียม (Allium sativum)ลำต้นใต้ดินขมิ้นชัน (Curcuma longa)และใบพลู (Piper betel) โดยล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา แล้วนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ บดด้วยโกร่งจนละเอียดนำไปแช่ในสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 5ปิดภาชนะให้มิดชิดทิ้งไว้ประมาณ 12 ชั่วโมง และกรองด้วยผ้าขาวบาง ส่วนสารละลายที่เป็นของเหลวนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัด

ตัดขอบโคโลนีเชื้อราที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมงด้วยคอร์ค บอร์เรอร์ (Cork borer) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปแช่ในสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1,000, 4,000,7,000 และ 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ใช้เวลา 10, 30, 60 นาที และ 24 ชั่วโมง สำหรับกลุ่มควบคุมแช่เชื้อราในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ หลังจากนั้นนำเชื้อรามาล้างใน

น้ำประปาปลอดเชื้อ และบ่มในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งGYที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยวัดการเจริญเติบโตของโคโลนีเชื้อราเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยใช้เวอร์เนียร์ แคลิปเปอร์ (vernier slide calliper)

การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบ One way ANOVA ด้วยโปรแกรม SPSS for windows ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ หัวกระเทียม (Allium sativum) ลำต้นใต้ดินขมิ้นชัน (Curcuma longa) และใบพลู (Piper betel)เพื่อยับยั้งการเจริญของเชื้อราAchlya bisexualis BKKU 0504และSaprolegnia diclina BKKU 0506พบว่าสารสกัดจากหัวกระเทียม (ตารางที่ 1) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา A. Bisexualis BKKU 0504 ได้ เมื่อวัดการเจริญของโคโลนีเชื้อราที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมงทุกระดับความเข้มข้นและทุกช่วงเวลาการแช่สารสกัด ยกเว้นเมื่อวัดการเจริญของโคโลนีเชื้อราที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา 48 และ 72 ชั่วโมงพบการเจริญเกิดขึ้นในระยะเวลาแช่สารสกัด 10 นาที ที่ระดับความเข้มข้น 4,000 และ7,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับเชื้อรา S. diclina BKKU 0506 เส้นใยราไม่สามารถเจริญได้เมื่อวัดการเจริญของโคโลนีที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา24 ชั่วโมง ในทุกช่วงเวลาของการแช่สารสกัดยกเว้นเมื่อแช่เชื้อราในสารสกัด60 นาที พบการเจริญของโคโลนีที่ระดับความเข้มข้น 1,000ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อวัดการเจริญของโคโลนีเชื้อราที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา48 และ 72 ชั่วโมง พบการเจริญของโคโลนีในระยะเวลาแช่สารสกัด 30 นาทีที่ระดับความเข้มข้น4,000, 7,000 และ 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรรวมทั้งในระยะเวลาแช่สารสกัด 60 นาที และทุกระดับความเข้มข้น

จากการทดสอบผลของสารสกัดจากลำต้นใต้ดินขมิ้นชันต่อการเจริญของโคโลนีเชื้อราA. Bisexualis BKKU 0504(ตารางที่ 2) เมื่อวัดการเจริญของโคโลนีเชื้อราที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญได้ในทุกระยะเวลาการแช่สารสกัดและทุกระดับความเข้มข้น ยกเว้นพบการเจริญในระยะเวลาแช่สารสกัด 10 นาที ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และที่ระยะเวลาการแช่สารสกัด 30 นาที ระดับความเข้มข้น 1,000, 7,000 และ 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อวัดการเจริญของโคโลนีเชื้อราที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการเจริญของโคโลนีเชื้อรา ขณะแช่ในสารสกัด60 นาที ที่ระดับความเข้มข้น 1,000ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร รวมทั้งขณะแช่ในสารสกัด 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 1,000, 7,000 และ 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเมื่อวัดการเจริญของโคโลนีเชื้อราที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการเจริญของโคโลนีเชื้อรา เมื่อแช่ในสารสกัดเป็นเวลา 10 นาที และ 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 และ 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนการทดสอบในเชื้อราS.diclina BKKU 0506เส้นใยราไม่สามารถเจริญได้เมื่อวัดการเจริญของโคโลนีที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา24 ชั่วโมง ในทุกช่วงเวลาของการแช่สารสกัดและทุกระดับความเข้มข้นยกเว้นเมื่อแช่สารสกัด 30 นาที พบการเจริญของโคโลนีที่ระดับความเข้มข้น 7,000ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเท่านั้น เมื่อวัดการเจริญของโคโลนีเชื้อราที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา48 ชั่วโมง พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญในระยะเวลาแช่สารสกัด 10 นาที ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และระยะเวลาแช่สารสกัด 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 1,000, 4,000 และ 7,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร รวมทั้งสามารถยับยั้งการเจริญของโคโลนีเชื้อราเมื่อวัดการเจริญโคโลนีเชื้อราที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา72 ชั่วโมง เมื่อแช่ในสารสกัดที่ระยะเวลา 10 นาที และ24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 1,000และ 10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ นอกจากนี้ จากผลการทดสอบพบว่าสารสกัดจากใบพลูมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 2 ชนิดได้ดีในทุกระยะเวลาการแช่สารสกัด และทุกระดับความเข้มข้น(ตารางที่ 3)แต่เมื่อวัดการเจริญของโคโลนีเชื้อราS. diclina BKKU 0506 ที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง เชื้อราสามารถเจริญได้ในระยะเวลาการแช่สารสกัด

10 นาที ที่ระดับความเข้มข้น 4,000 และ1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรไทยบางชนิดที่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อรา Achlya bisexualisBKKU 0504และSaprolegnia diclina BKKU 0506โดยใช้หัวกระเทียม (Allium sativum)ลำต้นใต้ดินขมิ้นชัน (Curcuma longa) และใบพลู (Piper betel)ที่ระดับความเข้มข้น1,000, 4,000,7,000 และ10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในระยะเวลาการแช่เชื้อราในสารสกัด 10, 30, 60 นาที และ 24 ชั่วโมง

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรไทยทั้ง 3 ชนิด พบว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยราได้แตกต่างกัน เพราะพืชสมุนไพรที่นำมาใช้ทดสอบประกอบด้วยสารที่สำคัญแตกต่างกันไป(3) สารสกัดจากพลูทุกระดับความเข้มข้นและทุกระยะเวลาในการแช่สารสกัด สามารถยับยั้งการเจริญเชื้อราA. bisexualisBKKU 0504ได้ดีที่สุด อาจเนื่องมาจากพลูประกอบด้วยสารชาวิคอล (chavicol) และชาวิบีทอล (chavibetol) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของฟีนอล (phenol) และสามารถทำให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ได้ (5)โดยสอดคล้องกับการศึกษาสารสกัดจากใบพลูที่ระดับความเข้มข้นสูงถึง 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่สามารถยับยั้งการเจริญและทำลายเชื้อราSaprolegnia diclinaNJM 0208, Achlya sp. NJM 0323 และ Aphanomyces invadans NJM 0002 ในระยะเวลาการแช่สารสกัดนาน 24 ชั่วโมง (6)

ในขณะที่สารสกัดหยาบจากกระเทียมและขมิ้นชันมีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางการเจริญของโคโลนีเชื้อราทั้ง 2 ชนิดมากกว่าสารสกัดหยาบจากพลู โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สารสกัดจากกระเทียมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราA. bisexualis BKKU 0504ได้ดีทุกระดับความเข้มข้น ทุกระยะเวลาในการแช่สารสกัด เมื่อวัดการเจริญของโคโลนีที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงส่วนความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราS. diclina BKKU 0506สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยราได้ในทุกระดับความเข้มข้นที่ระยะเวลาแช่สารสกัดนาน 10 นาที และ 24ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบโดยใช้กระเทียมน้ำหนักสด 1กรัม ต่อน้ำกลั่น100 มิลลิลิตร พบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญและการงอกของสปอร์เชื้อรา 2 ชนิด คือColletotrichum gloeosporioidesและ Fusarium sp. ได้(1) เพราะกระเทียมมีสารกำมะถันจำนวนมากซึ่งสามารถไปขัดขวางการทำงานของเซลล์เชื้อราได้

ส่วนสารสกัดหยาบจากขมิ้นชันมีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อราA.bisexualisBKKU 0504 ได้ที่ระดับความเข้มข้น1,000, 4,000และ 7,000ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อวัดการเจริญของโคโลนีที่บ่มไว้เป็นระยะเวลา24 ชั่วโมงและยับยั้งการเจริญของเชื้อราS. diclina BKKU 0506ขณะแช่สารสกัดนาน 10 นาที ในทุกระดับความเข้มข้นของสาร การศึกษานี้สอดคล้องกับการทดสอบสารสกัดจากข่า (Alpinia galanga) ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรวงศ์เดียวกันกับขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้นสารสูงถึง 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญและทำลายเชื้อราSaprolegnia pasrasuiticaH2ได้ (12) เพราะขมิ้นชันมีสารเคอร์คูมิน (curcumin) และน้ำมันเทอร์มิริก (turmeric oil) ที่ช่วยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา (4)

อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ยังไม่ได้ทดสอบการตกค้างของสารประกอบทางเคมีของพืชสมุนไพรในธรรมชาติ ซึ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาวิจัยในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่กรุณาเอื้อเฟื้อเชื้อราที่ใช้ในการทดลองวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

(1) กรรณิกา เนืองภา, ปรากรม ประยูรรัตน์และแสงมณี ชิงดวง. ประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรบางชนิดที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของ Colletotrichum gloeosporioides และ Fusarium sp. รายงานการวิจัย สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2550945-950.

(2) ชุติมา หาญจวณิช, ปุณณวิช เลิศธีรวัฒน์ และประสาทพร บริสุทธิ์เพ็ชร. ผลของสารสกัดใบพลูกินหมาก (Piper betel L.) ต่อระยะเส้นใยของเชื้อรา Saprolegniaparasitica H2ATCC 90213 และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางจุลกายวิภาคของเนื้อเยื่อเหงือกผิวหนัง และตับของลูกปลานิล Oreochromis niloticus (L.). ใน การประชุมเชิงวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์ และสังคมศาสตร์ ครั้งที่ 1; 15-17 มิถุนายน 2551; มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 2551, 644-654.

(3) รัตนา อินทรานุปกรณ์.การตรวจสอบและการสกัดแยกสาระสำคัญจากสมุนไพร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัทแอคทีฟ พริ้นท์ จำกัด;2550.

(4) วงศ์สถิต ฉั่วกุล, ธีรศักดิ์ สุทธิเวชกุล และพร้อมจิต สิทธิเวชกุล. สมุนไพรไทย มรดกโลก.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนพับลิชชิ่ง; 2540.

(5) อรัญญา มโนสร้อย และจีรเดช มโนสร้อย. น้ำมันหอมระเหยและสารสกัดจากสมุนไพรไทย. เชียงใหม่:คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2548.

(6) Borisutpeth, P., Kanbutra, P., Hanjavanit, C., Chukanhom, K., Funaki, D. and Hatai, K. Effects of Thai herbs on the control of fungal infection in Tilapia eggs and the toxicity to the eggs. Aquaculture Science 2009 9;57(3):475-482.

(7) Hansen, E.P.E. Prevention of Saprolegnia on rainbow trout eggs. Bachelor of Science Thesis in Biology, University of the Faroe Island.2004.

(8) Hatai, K. and Egusa, S. Studies on the pathogenic fungus of mycotic granulomatosis III Development of the medium for egg-fungus. Fish Pathology 197913 : 147-152.

(9)Hussein, M.M.A., Wada, S., Hatai, K. and Yamamoto, A. Antimycotic activity of eugenol against selected water molds. Journal of Aquatic Animal Health. 2000 12(3) : 224-229.

(10) Roberts, R.J. Fish Pathology. 3rd ed. W.B. Saunders : London; 2001.

(11)Scherier, T.M., Rach, J.J. and Howe, G.E. Efficacy of formalin, hydrogen peroxide and sodium chloride on fungal-infected rainbow trout eggs. Aquaculture 1996 140(4) : 323-331.

(12) Udomkusonsri, P., Trongvanichnaam, K., Limpoka, M. Klangkaew, N. and Kusucharit. In vitro Efficacy of the antifungal activity of some Thai medical-plants on the pathogenic fungus, Saprolegniaparasitica H2, from Fish. Kasetsart Journal : Natural Science 2007 3;41(5):56-61.

ตารางที่ 1 สารสกัดจากกระเทียม (Allium sativum) ที่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา	ระยะเวลาการแช่สารสกัด	ความเข้มข้นของสารสกัด (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)				
		0	1,000	4,000	7,000	10,000
*Achlyabisexualis*BKKU	0504					
24 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	-	-	-
	30 นาที	+	-	-	-	-
	60 นาที	+	-	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
48 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	+	+	-
	30 นาที	+	-	-	-	-
	60 นาที	+	-	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
72 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	+	+	-
	30 นาที	+	-	-	-	-
	60 นาที	+	-	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
Saprolegniadiclina BKKU	0506					
24 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	-	-	-
	30 นาที	+	-	-	-	-
	60 นาที	+	+	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
48 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	-	-	-
	30 นาที	+	-	+	+	+
	60 นาที	+	+	+	+	+
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
72 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	-	-	-
	30 นาที	+	-	+	+	+
	60 นาที	+	+	+	+	+
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-

หมายเหตุ - คือ ไม่พบการเจริญของเชื้อรา และ + คือ พบการเจริญของเชื้อรา

ตารางที่ 2 สารสกัดจากขมิ้นชัน (Curcuma longa) ที่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา	ระยะเวลาการแช่สารสกัด	ความเข้มข้นของสารสกัด (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)				
		0	1,000	4,000	7,000	10,000
*Achlyabisexualis*BKKU	0504					
24 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	-	-	+
	30 นาที	+	+	-	+	+
	60 นาที	+	-	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
48 ชั่วโมง	10 นาที	+	+	+	+	+
	30 นาที	+	+	+	+	+
	60 นาที	+	-	+	+	+
	24 ชั่วโมง	+	-	+	-	-
72 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	+	+	+
	30 นาที	+	+	+	+	+
	60 นาที	+	+	+	+	+
	24 ชั่วโมง	+	+	+	+	-
Saprolegniadiclina BKKU	0506					
24 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	-	-	-
	30 นาที	+	-	-	+	-
	60 นาที	+	-	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
48 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	+	+	+
	30 นาที	+	+	+	+	+
	60 นาที	+	+	+	+	+
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	+
72 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	+	+	+
	30 นาที	+	+	+	+	+
	60 นาที	+	+	+	+	+
	24 ชั่วโมง	+	+	+	+	-

หมายเหตุ - คือ ไม่พบการเจริญของเชื้อรา และ + คือ พบการเจริญของเชื้อรา

ตารางที่ 3 สารสกัดจากพลู (Piper betel) ที่มีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

ระยะเวลาการบ่มเชื้อรา	ระยะเวลาการแช่สารสกัด	ความเข้มข้นของสารสกัด (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)				
		0	1,000	4,000	7,000	10,000
*Achlyabisexualis*BKKU	0504					
24 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	-	-	-
	30 นาที	+	-	-	-	-
	60 นาที	+	-	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
48 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	-	-	-
	30 นาที	+	-	-	-	-
	60 นาที	+	-	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
72 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	-	-	-
	30 นาที	+	-	-	-	-
	60 นาที	+	-	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
Saprolegniadiclina BKKU	0506					
24 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	+	-	-
	30 นาที	+	-	-	-	-
	60 นาที	+	-	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
48 ชั่วโมง	10 นาที	+	+	-	-	-
	30 นาที	+	-	-	-	-
	60 นาที	+	-	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-
72 ชั่วโมง	10 นาที	+	-	-	-	-
	30 นาที	+	-	-	-	-
	60 นาที	+	-	-	-	-
	24 ชั่วโมง	+	-	-	-	-

หมายเหตุ - คือ ไม่พบการเจริญของเชื้อรา และ + คือ พบการเจริญของเชื้อรา

การออกแบบและการพัฒนาเครื่องตำข้าวเม่า กรณีศึกษาบ้านโนนกุ่ม ตำบลดงใหญ่ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา

Development and Disign of rice machine: Case Study of Ban Non Kum Sub-District Dongyai Phimai District Nakhon Ratchasima

กัมพล แสงศรีเรือง ณัฐพงษ์ รุกขชาติ ธนดล นิลเนียม
*ธีรยุทธ ทำจ้อม อรรถพล จักรชัย และปรัชญ์ บุญแซม**
Kampol Sangsirang, Nattapong Rungkachart, Tanadol Nilneam,
*Teerayut Tamjom, Artapol Jakchi and Prat Boonsam**

บทคัดย่อ

การออกแบบและการพัฒนาเครื่องตำข้าวเม่า กรณีศึกษาบ้านโนนกุ่ม ตำบลดงใหญ่ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ โดยได้ทำการทดลองกับข้าวเปลือกที่ปริมาณ 400 กรัม/ครั้ง พบว่า ความเร็วรอบ 960 รอบต่อนาที จำนวนครั้งที่ตำเฉลี่ย 102 ครั้ง ใช้เวลาในการตำข้าวประมาณ 1.50 นาที ผลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวที่ตำแล้ว 50 ตัวอย่าง เพื่อวัดหาประสิทธิภาพความแบนของข้าว จากการวัดขนาดเม็ดข้าวของทีมวิจัยมีจำนวน 45 ตัวอย่าง ข้าวของทีมวิจัยมีความแบนกว่า ซึ่งมีขนาดตามความต้องการของชาวบ้าน จากการทดลองประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตำข้าวเม่าที่สร้างขึ้นใช้กระแสไฟฟ้า 3.25 แอมแปร์ต่อปริมาณข้าว 400 กรัม เครื่องตำแบบตั้งเดิมใช้กระแสไฟฟ้า 12.29 แอมแปร์ต่อปริมาณข้าว 400 กรัม เครื่องตำข้าวเม่าที่ทีมวิจัยสร้างขึ้นสามารถประหยัดค่าไฟฟ้ามากกว่าเครื่องตำข้าวแบบดั้งเดิม

คำสำคัญ: การพัฒนาเครื่องตำข้าวเม่า

Abstract

Development and design of rice machine: Case Study of Ban Non Kum Sub-District Dongyai Phimai District Nakhon Ratchasima, The purpose is to find the performance in order to get the quality output. The experiments were carried out with paddy at the rate of 400 g / h., the speed was 960

หลักสูตรการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000

rpm, the average of 102 times, 1.50 minutes per the milling times for 50 samples. The results of flatness of rice showed that 45 samples of 50 samples were flatter than traditional method. Based on the experimental results, the constructed rice husk was used to generate 3.25 amperes for 400 grams of rice. The traditional method used 12.29 amperes for 400 grams of rice that was more than a traditional milling machine.

Keywords: Development of rice machine

บทนำ

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน ประเทศไทยพื้นที่ส่วนใหญ่มีการทำการเกษตรจำนวนมาก ในหลายจังหวัดของประเทศมีการปลูกข้าว เพื่อเป็นอาหารและยังปลูกข้าวเพื่อการส่งออกไปยังต่างประเทศ ข้าวจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย ดังนั้น จึงได้มีการนำข้าวมาแปรรูปการผลิตที่มีความหลากหลาย เพื่อเป็นสินค้าที่โดดเด่น ดังจะเห็นได้จาก กลุ่มชนชนบ้านโนนกุ่ม ตำบลดงใหญ่ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา กลุ่มชุมชนได้รวมตัวกันแปรรูปจากเมล็ดข้าวที่ได้หลังการเก็บเกี่ยว เพื่อนำมาทำเป็นสินค้าประจำตำบล คือ การทำข้าวเม่า เพื่อส่งให้แก่ผู้ที่สั่งซื้อ และยังผลิตไปขายเอง ภายในอำเภอและภายในจังหวัดของตนเอง โดยสินค้าที่แปรรูปมีหลายประเภท เช่น การทำข้าวกระยาสารท เข้าเม่า ข้าวเม่าแห้ง ข้าวคั่วโปร่ง ฯลฯ เพื่อเพิ่มรายได้ให้แก่ครัวเรือนและยังพัฒนาท้องถิ่นตนเองให้มีชื่อเสียงในการผลิต และการแปรรูปข้าวเม่า

ปัจจุบันปริมาณความต้องการข้าวเม่าในท้องตลาดมีจำนวน 12 ตันต่อปี แต่ชาวบ้านกลุ่มชุนชนบ้านโนนกุ่มสามารถผลิตข้าวเม่าได้โดยเฉลี่ยเพียง 10 ตันต่อปี จังยังไม่เพียงพอต่อการสั่งซื้อ โดยปกติแล้วชาวบ้านจะผลิตข้าวเม่าทุกๆ วัน วันละประมาณ 20 กิโลกรัมต่อวัน แต่ความต้องการของผู้สั่งซื้อโดยบางวันต้องผลิตข้าวเม่า 30-40 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งเครื่องตำข้าวเม่าไม่สามารถผลิตให้ทันตามความต้องการได้ ซึ่งอาจเป็นการเสียโอกาสในการเพิ่มรายได้ เพราะไม่ทันตามความต้องการของลูกค้า และปัญหาของขุมชนบ้านโนนกุ่มยังต้องปรับเปลี่ยนการผลิตให้ดีขึ้นให้เหมาะสมต่อกระบวนการทำงาน ในการสร้างเครื่องตำข้าวปัจจุบันมีต้นทุนในการสร้างเครื่องตำประมาณ 40,000 บาทต่อเครื่อง

ผู้วิจัยได้คิดพัฒนาสร้างเครื่องตำข้าวเม่า เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดพื้นที่ในการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการตำข้าวให้สะดวกรวดเร็ว และยังสามารถเพิ่มรายได้ให้กับชุมชน ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาวิจัยกับชุมชน บ้านโนนกุ่ม อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้เกิดส่วนร่วมในการพัฒนา ผลิตภัณฑ์จากข้าวของชาวบ้าน เพราะฉะนั้นคุณค่าทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จากข้าวเม่า ก็คงจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่สร้างความเข้มแข็งให้กับชุมชน สังคม เศรษฐกิจ และวัฒนธรรม ของชาวบ้านโนนกุ่ม อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมาอีกทางหนึ่ง

1. สำรวจผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยเรื่องการออกแบบและการพัฒนาเครื่องตำข้าวเม่า กรณีศึกษาบ้านโนนกุ่ม ตำบลดงใหญ่ อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ผู้จัดทำได้รวบรวมเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ประมินทร์ หะยะมิน (2552) [1] ได้ศึกษาวิจัยสร้างเครื่องตำข้าวซ้อมมือ ที่ใช้แก้ปัญหาของกลุ่มแม่บ้านที่ผลิตข้าวซ้อมมือออกจำหน่ายเป็นสินค้า OTOP ของจังหวัดนราธิวาส โดยทั่วไปกระบวนการผลิตข้าวซ้อมมือที่ผลิตข้าวหอมกระดังงาออกจำหน่าย มีขั้นตอนการผลิตที่เกิดความล่าช้า คือ การนำข้าวสารที่ได้จากการสีด้วยครกโบราณมาแยกเปลือกออกแล้วนำมาตำด้วยครก เพื่อให้ข้าวสารที่ได้จากการตำนำไปหุงแล้วมีความนุ่มและสามารถรับประทานได้มากขึ้น ซึ่งต้องใช้แรงงานคน 3-5 คนในการตำ 1 ครั้ง ได้ปริมาณ 5 ลิตร โดยใช้ระยะเวลาในการตำประมาณ 15 นาที เครื่องตำข้าวซ้อมมือที่สร้างขึ้นมา สามารถทำงานได้โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ขนาด ¼ แรงม้า ไปขับเกียร์ทดรอบหมุนใบพัด ให้ยกสากให้เคลื่อนที่ ขึ้นและตกลงมาด้วยน้ำหนักของสากและแกน ในอัตราความเร็ว 90 ครั้ง

ต่อนาที สามารถตำข้าวได้ 2.3 ลิตร โดยใช้ ระยะเวลาในการตำ 5 นาที ผลผลิตที่ได้จากการตำด้วยเครื่องตำข้าวมีความใกล้เคียงกับกลุ่มแม่บ้าน วิเชียร วรพุทธพร และคณะ (2550) [2] ได้ศึกษายุทธศาสตร์การพัฒนาท้องถิ่นกรณีศึกษาขาวเม่าในตำบลน้ำอ้อม อำเภอเกษตรวิสัย จังหวัดร้อยเอ็ด ผลการศึกษาทำให้ทราบว่าการผลิตข้าวเม่าเป็นอาชีพที่สามารถ สร้างงานสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรในท้องถิ่น นับเป็นยุทธศาสตร์หนึ่งในการพัฒนาชนบทไทย โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีทำกันมากหลายจังหวัด เช่น ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี มหาสารคาม ขอนแก่น หนองคาย อุดรธานี สกลนคร นครพนม สุรินทร์ การทำข้าวเม่า เป็นวัฒนธรรม ประเพณีส่วนหนึ่งของชาวอีสานที่แสดงออกถึงภูมิปัญญาของคนในท้องถิ่นที่สืบทอดกันมาแต่โบราณจวบจนถึงปัจจุบันได้พัฒนาการจากการผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือนในบางฤดูกาล จนเป็นการผลิตเพื่อการค้าที่ได้รับเครื่องหมาย อย. และในอนาคตหากได้รับการส่งเสริม สนับสนุนตามนโยบายรัฐบาลในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ก็สามารถเป็น สินค้าส่งออกจำหน่ายในต่างประเทศได้ สุรัตน์ วรางค์รัตร์ (2535) [3] ได้ศึกษาการศึกษาภูมิปัญญาชาวบ้านเพื่อแก้ปัญหาครอบครัวและชุมชน กรณีศึกษาการผลิตข้าวเม่าบ้านแก่งโพธิ์ ต. น้ำก่ำ อ. ธาตุพนม จ. นครพนม ผลการศึกษาวิจัยพบว่า ในช่วงแรกการผลิตข้าวเม่าเป็นการผลิตเพื่อบริโภค หรือนำไปถวายพระสงฆ์ในเทศกาลออกพรรษาเดือน 11 ซึ่งมีประเพณีแข่งเรือของชาวบ้านธาตุพนมในลำน้ำโขง ข้าวเม่าจึงยังไม่เป็นสินค้าของหมู่บ้านในช่วงที่ 2 จำนวนครัวเรือนเพิ่มขึ้น การทำข้าเม่าเพื่อจำหน่ายได้ราคาสูงกว่าขายข้าวเปลือก แต่การทำข้าวเม่าจำหน่ายยังไม่สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตได้มาก เพราะข้อจำกัดแรงงานตำข้าวในช่วงที่ 3 ชาวบ้านได้ประดิษฐ์ มู่เลย์ลูกเบี้ยวให้สัมพันธ์กับเครื่องจักรไถนาและหางมองทำให้สามารถ ตำข้าวได้มากขึ้น เปรมฤทัย แย้มบรรจง (2542) [4] ศึกษาผลของพันธุ์และระยะเวลาเก็บเกี่ยวข้าวที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ อายุการเก็บ และการทำผลิตภัณฑ์จากข้าวเม่า พบว่าข้าวทั้ง 5 พันธุ์ สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งข้าวแต่ละพันธุ์จะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสและรสชาติที่แตกต่างกัน สำหรับระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวข้าวพบว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 คือ 15 วัน และ กข 15 คือ 25 วัน ส่วนข้าวเหนียวคือ พันธุ์ กข 6 กข 8 และสันป่าตองสามารถทำการเก็บเกี่ยวเพื่อนำมาทำผลิตภัณฑ์ได้ทั้ง 3 ระยะ หลังจากนั้นนำข้าวเม่าทั้งหมดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ข้าวเม่าคลุก ข้าวเม่าทอดกลิ่นกุ้งและกลิ่นปลาหมึก อาหารว่างแบบแท่ง ข้าวเม่าเคลือบน้ำตาลกลิ่นวานิลาและกลิ่นช็อคโกแลต อาหารเช้ารสผลไม้รวม และข้าวเม่าหมี่ พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้งหมดผู้บริโภคให้การยอมรับ ยกเว้นข้าวเม่าคลุกผู้ชิมไม่ยอมรับเนื่องจากลักษณะ 13 เนื้อสัมผัสที่นุ่มมากจนเละ ส่วนทางด้านคุณค่าทางโภชนาการพบว่า ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีไขมันและคาร์โบไฮเดรตสูง สำหรับอายุการเก็บของข้าวเม่าที่บรรจุไว้ในถุงโพลี โพรพิลีนและเก็บไว้ที่อุณหภูมิพบว่า สามารถเก็บไว้ได้นานเป็นระยะเวลา 1 ปี โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องตำข้าวเม่าที่มีขนาดเล็กกว่าที่ใช้ในปัจจุบัน

1.2.2 ออกแบบการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพการตำของเครื่องตำข้าวเม่า

1.2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตำข้าวเม่าในการตำข้าวให้แบนอยู่ที่ 0.518 มิลลิเมตร

3. ดำเนินงานวิจัย

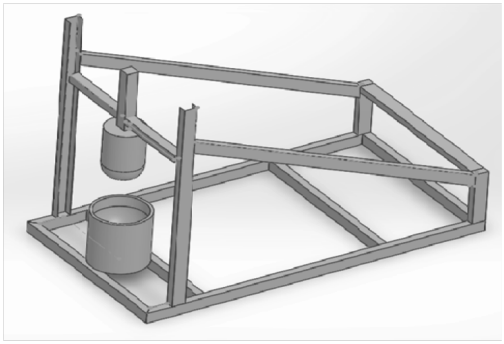
3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์ปัญหาการตำข้าวเม่า

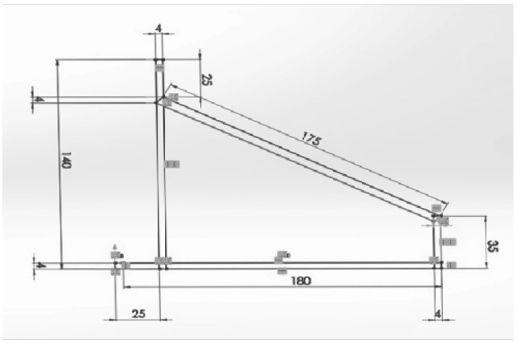
การวิเคราะห์สรุปปัญหาในการตำข้าวนั้นส่วนใหญ่จะมีปัญหาในเรื่องของขนาดครกกระเดื่องที่ใช้ในปัจจุบันมีขนาดที่ใหญ่ ความยาวรวม 3.90 เมตร ความสูงของเครื่องจักร 1.50 เมตร ทำให้เกษตรกรที่มีพื้นที่ครัวเรือนคับแคบไม่สามารถติดตั้งและผลิตข้าวเม่าได้ทำให้ต้องไปรอใช้ครกกระเดื่องจากบ้านอื่นแทน ส่งผลให้ไม่สามารถสร้างรายได้อย่างที่ควรจะเป็น และในการติดตั้งครกกระเดื่องที่ใช้ในปัจจุบันต้องใช้เงินในการติดตั้งประมาณ 40,000 บาทซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง

3.2 แนวคิดการสร้างเครื่องตำข้าวเม่าออกแบบเครื่องตำข้าวเม่าแนวดิ่งเพื่อลดพื้นที่การทำงาน และ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการตำข้าวให้สะดวกรวดเร็ว สำหรับเครื่องตำข้าวเม่าแนวดิ่ง มีขนาดความกว้าง 1 เมตร ความยาว 1.80 เมตร ความสูงจากพื้น 1.40 เมตร โดยใช้เครื่องต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า 1 ตัว เพื่อกดที่แขนของสากในการตำข้าวเม่าหรือทุบข้าวเม่าให้แบน

3.2.1 การออกแบบเครื่องตำข้าวเม่า





ภาพที่ 1 รูปแบบการสร้างเครื่องตำข้าวเม่า และขนาดขนาดแบบเครื่องตำข้าวเม่า

3.2.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องตำข้าวเม่า

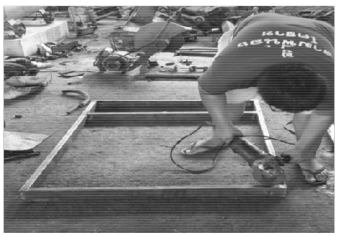
3.2.2.1 ใช้เหล็กกล่องขนาด 1 x 3 นิ้ว หนา 2 มิลลิเมตร ตัดขนาดความยาว 1.80 เมตร 2เส้น และเหล็กกล่องขนาดเดียวกันตัด ความยาวขนาด 1.00 เมตร จำนวน 5 เส้นแล้วเชื่อมติดกันตามโครงสร้าง

3.2.2.2 ใช้เหล็กราง ขนาด 3 x 1.5 นิ้ว ตัด 1.40 เมตร จำนวน 2 เส้น เพื่อเป็นขาตั้งเพลาทั้งสองด้านเป็นร่องรางสำหรับการขึ้นลงของแขนยกสาก

3.2.2.3 ใช้เหล็กกล่อง ขนาด 1 x 3 นิ้ว หนา 2 มิลลิเมตร ตัดยาว 1.75 เมตร 2 เส้น เพื่อเชื่อม ต่อจากเสาทั้ง 2 ด้าน เพื่อยึดโครงสร้างด้านหน้าและหลัง และตัดเหล็กขนาดเดียวกัน 2 เส้น ยาว 0.35 เซนติเมตร เพื่อตั้งเป็นเสารับคานเหล็ก

3.2.2.4 ใช้เหล็กกล่องขนาด 2 x 2นิ้ว หนา 2.5 มิลลิเมตร ตัด 2 เส้น ขนาด 0.35 เซนติเมตร เพื่อเชื่อมติดซ้าย-ขวา ของก้านสาก แขนสากเป็นเหล็กท่อนกลมมีขนาดยาว 0.40 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร เป็นก้านยึดของตัวสาก

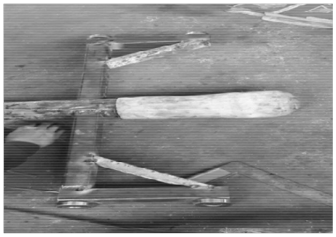
3.2.2.5 ทำการวัดระยะตั้งหน้าสัมผัสตัวกดสากและเชื่อมยึดติดให้แน่น



ภาพที่ 3 เชื่อมประกอบชิ้นส่วนฐาน



ภาพที่ 4 ประกอบขาทั้ง 2 ข้างสำหรับยึดตั้งเพลา

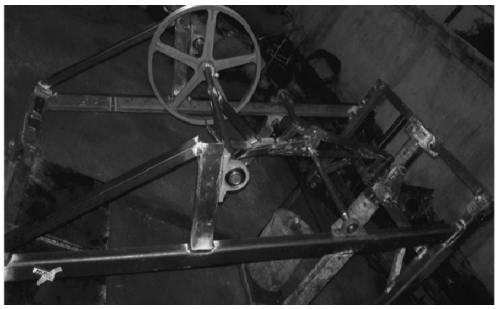


ภาพที่ 5 ติดตั้งแขนยกตัวสาก



ภาพที่ 6 ใส่หน้าสัมผัสที่แขนตัวกดสาก

3.2.2.6 ใช้เพลาเหล็ก ขนาด 2 นิ้ว ยาว 120 เมตร 2 เส้น นำตุ๊กตาใส่เพลาขนาด 2 นิ้ว จำนวน 4 ตัว ใช้ยึดเพลาและตัวกดแขนยกสาก

ภาพที่ 7 ติดตั้งเพลาตัวกดสาก ใส่มู่เล่ขนาด 22 นิ้วเข้ากับเพลาสำหรับใส่สายพาน

3.2.3.7 ใช้มู่เล่ขนาด 3 นิ้ว 1 ตัว ใส่ติดที่แกนมอเตอร์ มอเตอร์มีขนาด 2 แรงม้า และมู่เล่ขนาด 22 นิ้ว 1 ตัว สายพานเบอร์ 103 จำนวน 2 เส้น ใส่เข้ากับมอเตอร์และมู่เล่ การควบคุมมอเตอร์ ใช้อินเวอร์เตอร์ กระแสไฟฟ้าสลับ 220 โวลต์ ใช้กับมอเตอร์ 3 เฟส ขนาด 2 แรงม้า ซึ่งอินเวอร์เตอร์สามารถควบคุมการไหลของกระแส เพื่อให้เกิดการเสถียรของไฟฟ้า เหมาะสมสำหรับใช้ในการควบคุมมอเตอร์ และปรับรอบมอเตอร์ตามที่ต้องการได้



ภาพที่ 8 เครื่องตำข้าวเม่า

3.3 หลักการทำงานของเครื่องตำข้าวเม่า

หลักการทำงานของเครื่องตำข้าวเม่าแบบแนวดิ่ง คือ สากทำหน้าที่ตำข้าว โดยอาศัยหลักการกดที่แขนสาก เพื่อยกสากขึ้นในแนวดิ่งเมื่อสากถูกยกขึ้นสุดระยะที่มู่เล่กำหนด ตัวสากจะตกลงมากระทบกับเมล็ดข้าวที่อยู่ในครกและตกลงมาตามแรงโน้มถ่วงอย่างอิสระ หลักการทำงานนี้จะซ้ำๆ ตามที่รอบมอเตอร์ไฟฟ้าที่เรากำหนด เราสามารถหยุดกระบวนการทำงานทั้งหมดได้ เมื่อข้าวที่ตำสมบูรณ์ตามต้องการ

4. ผลการศึกษา

4.1 การทดลองหาประสิทธิภาพเครื่องตำข้าวเม่า จากการทดสอบเมล็ดข้าวที่ตำได้ของชาวบ้าน (เมล็ดสีเขียว) กับเมล็ดข้าวที่ตำได้ของทีมวิจัย(เมล็ดสีขาว) เมล็ดข้าวของชาวบ้านแบนบางเป็นไปตามความต้องการของชาวบ้าน ส่วนเมล็ดข้าวของทีมวิจัย มีเมล็ดที่ยังไม่แบนพอและยังมีจำนวนข้าวเปลือกที่ติดอยู่ในเมล็ดข้าว ซึ่งยังไม่ตรงตามความต้องการของชาวบ้าน สรุปผลจาการทดสอบ พบว่าการตำข้าวเม่าที่ปริมาณ 400 กรัม ในการทดสอบรอบ

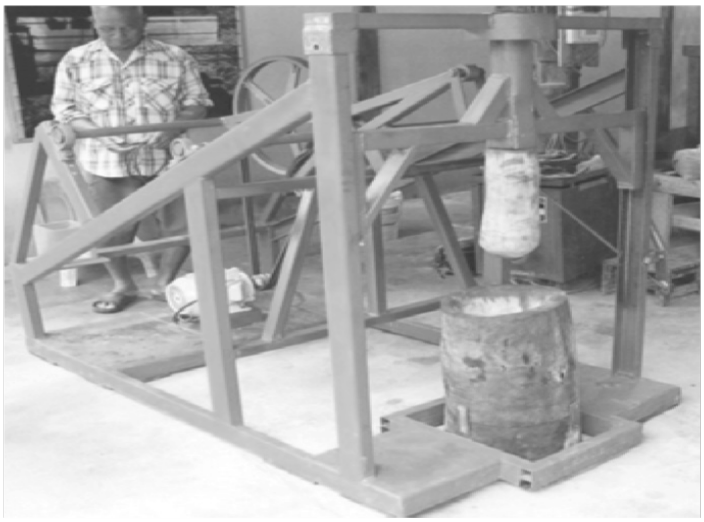
มอเตอร์ที่ 650 และ 750 รอบต่อนาที จะเห็นได้ว่าการตำนั้นยังไม่ดีพอ เนื่องจากการยกตัวของสากต่ำ ผลที่ได้คือข้าวเปลือกไม่แตกละเอียดทำให้กระบวนการร่อน ไม่สามารถร่อนข้าวเปลือกออกได้หมด ปริมาณข้าวที่ตำได้ยังน้อยกว่าเครื่องตำแบบเดิมและขนาดความแบนของเมล็ดยังไม่ได้ตามความต้องการ (ต้องแก้ไขปรับปรุงให้สากยกตัวสูงขึ้น)

4.2 ขั้นตอนการแก้ไขปรับปรุงเครื่องตำข้าว

4.2.1 แก้ไขปรับปรุงหาตำแหน่งการยกสากตำให้สูงขึ้นวัดจากในครกถึงปลายสากมีความสูง 55 เซนติเมตร และตัดก้นครกให้สั้นลง และหาตำแหน่งการกดแขนยกให้ใช้แรงกดลดลงเพื่อไม่ให้มอเตอร์ทำงานหนัก

4.2.2 ปรับหน้าสัมผัสตัวกดแขนสากยึดเพลาทดมู่เล่และปรับระดับความสูงของสากเพิ่มขึ้นให้มีความสูงเป็น 55 เซนติเมตร

4.2.3 เมื่อได้ตำแหน่งกดแขนยกสากให้สูงขึ้นแล้วทำการทดมู่เล่เพื่อให้เครื่องตำและมอเตอร์ทำงานได้ดีขึ้นและใส่ลูกรอกเพื่อลดการเสียดสี



ภาพที่ 9 ชาวบ้านทดลองใช้เครื่องตำข้าวเม่าหลังปรับปรุง

4.3 การทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องตำข้าวหลังการแก้ไขปรับปรุง

จากการทดลอง ปรับรอบความเร็วมอเตอร์ที่ 810 และ 870 รอบต่อนาที ปริมาณข้าวที่ใช้ทดลอง 400 กรัม ผลการทดลองคือเครื่องตำสามารถตำข้าวมีความแบนและสวยใช้ได้ตามความต้องการของชาวบ้าน เมล็ดข้าวเปลือกแตกละเอียด ทำให้ง่ายต่อกระบวนการร่อนข้าวเปลือกออก แต่ความเร็วรอบที่ 810 รอบต่อนาที รอบการตำข้าวยังช้าเกินไปทำให้กระบวนการตำและการคนข้าวยังไม่เหมาะสม การทดลองความเร็วรอบที่ 960 รอบต่อนาที ปริมาณข้าวที่ใช้ตำ 400 กรัม เครื่องตำสามารถยกสากให้สูงขึ้นเป็น 60 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงจากเดิมเพิ่มขึ้น 5 เซนติเมตร ทำให้ข้าวเปลือกแตกละเอียดดี ง่ายต่อกระบวนการร่อนข้าวเปลือกออกได้ดี เมล็ดข้าวมีความแบน สวยได้ตามความต้องการของชาวบ้านและรอบในการตำ มีความเหมาะสมต่อกระบวนการตำและจังหวะของการคนข้าวในครกดีที่สุดตามความต้องการของชาวบ้านใช้เวลาที่ตำเฉลี่ย 1.50 นาที สรุปได้ว่าจากการสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าว 50 ตัวอย่างจะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวของชาวบ้านจะมีความแบนโดยเฉลี่ย 0.68 มิลลิเมตร เมล็ดข้าวของทีมวิจัยโดยเฉลี่ย 0.518 มิลลิเมตร เห็นได้ว่าทีมผู้วิจัยได้เมล็ดที่แบนกว่าของชาวบ้านจากการสุ่ม 50 ตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวที่แบนของทีมผู้วิจัยมีค่า S.D. อยู่ที่ 0.1290 และเมล็ดข้าวเป็นไปตามความต้องการของชาวบ้าน

5. สรุปผล

การศึกษาทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพการตำข้าวของเครื่องตำข้าวเปลือกจากตารางผลการทดลองคณะผู้จัดทำ สรุปหารอบการทำงานของเครื่องตำข้าว ที่ดีที่สุด คือความเร็วรอบที่ 960 รอบต่อนาทีต่อปริมาณข้าว 400 กรัม เวลาเฉลี่ยในการตำต่อครั้ง 1.50 นาที ข้าวที่ตำออกมาสมบูรณ์ที่สุด เมล็ดข้าวแบนสวยตามความต้องการของชาวบ้านการวิเคราะห์เปรียบเทียบจุดคุ้มทุนและผลตอบแทนการลงทุน ระยะเวลาคืนทุนแบบปรับช่วงเวลาของโครงการนี้ประมาณ 66 วัน โครงการนี้น่าลงทุนเพราะเนื่องจากมีระยะเวลาคืนทุนสั้น ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตำข้าวเม่าที่ทีมวิจัยสร้างขึ้นใช้กระแสไฟฟ้า 3.25 แอมป์แปร์ต่อปริมาณข้าว 400 กรัม เครื่องตำของชาวบ้านใช้กระแสไฟฟ้าขณะเครื่องทำงาน 12.29 แอมป์แปร์ต่อปริมาณข้าว 400 กรัม เครื่องตำข้าวเม่าทีมวิจัยที่สร้างขึ้นประหยัดค่าไฟฟ้ามากกว่าเครื่องตำของชาวบ้าน 9.04 แอมป์แปร์ การทดลองสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าว 50 ตัวอย่างจะเห็นได้ว่าเมล็ดข้าวของชาวบ้านจะมีความแบนโดยเฉลี่ย 0.68 เมล็ด ข้าวของทีมวิจัยโดยเฉลี่ย 0.518 เห็นได้ว่าทีมวิจัยได้เมล็ดที่แบนกว่าของชาวบ้าน จากการสุ่มเมล็ดข้าว 50 ตัวอย่าง ของทีมวิจัยแบนกว่าจำนวน 45 ตัวอย่าง และตรงตามความต้องการของชาวบ้าน

ข้อเสนอแนะ

1. โครงสร้างเครื่องเป็นเหล็กเวลาเครื่องทำงานจะมีเสียงดังขณะตำข้าวเพราะฉะนั้นควรหาวัสดุยางหนาๆ รองเพื่อลดการกระแทก

2. ครกตำควรจะฝังลงพื้นดินให้แน่นเพื่อไม่ให้ครกเลื่อนได้เวลาเครื่องทำงาน

3. ขนาดของเครื่องสามารถลดลงได้อีกเพื่อความเหมาะสมกับพื้นที่และต้นทุนด้านวัสดุ

เอกสารอ้างอิง

ประมินทร์ หะยะมิน. (2552). **การสร้างเครื่องตำข้าวซ้อมมือ.** วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์.

เปรมฤทัย แย้มบรรจง. (2542). **ผลของพันธุ์และระยะเวลาการเก็บเกี่ยวข้าวที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเม่า**. ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิเชียร วรพุทธพร. (2551). **การผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากข้าวเม่า.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://rir.nrct.go.th/drupal-ir/node/38562. [4 ธันวาคม 2559].

วันชัย ริจิรวนิช. (2545). **การศึกษาการทำงานหลักการกรณีศึกษา.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2548). **การศึกษาการทำงานหลักการกรณีศึกษา**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัชรินทร์ สิทธิเจริญ. (2547). **การศึกษางาน (Work Study).** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สุรัตน์ วรางค์รัตน์. (2535). **โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาภูมิปัญญาชาวบ้าน เพื่อปัญหาครอบครัวและชุมชน : กรณีศึกษา การผลิตข้าวเม่า บ้านแก่งโพธิ์ ตำบลก่ำ อำเภอธาตุพนม จังหวัดสกลนคร.** สกลนคร : สำนักงานคณะกรรมการการวัฒนธรรมแห่งชาติ.

ข้อกำหนดในการส่งบทความเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ ในวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ประเภทของงานที่ได้รับพิจารณาเพื่อลงตีพิมพ์

จะต้องเป็นงานที่อยู่ในกลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาชุมชน และยังไม่เคยถูกเผยแพร่ หรืออยู่ระหว่างการพิจารณาให้เผยแพร่ในวารสารหนังสืออื่นใด โดยแบ่งประเภทของงาน เป็น 2 ประเภท คือ บทคงามวิจัย (Research Articles) และ บทความชิชาการหรือบทความปริทัศน์ (Review Articles)

2. การเขียนบทความและการเตรียมต้นฉบับ จะต้องเป็นตามข้อกำหนดนี้เท่านั้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 สามารถเขียนเป็นภาษาไทยล้วน หรือภาษาอังกฤษล้วนก็ได้ เป็นภาษาวิชาการที่ถูกต้อง และยึดหลักการใช้คำศัพท์หรือการเขียนทับศัพท์ตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน

2.2 ต้นฉบับต้องพิมพ์หน้าเดียวลงบนกระดาษขาวสั้น ขนาดเอ 4 เว้นระยะกระดาษทุกด้าน 1 นิ้ว ใช้รูปแบบตัวอักษร TH SarabunPSK ทั้งหมด และพิมพ์ห่างบรรทัดเดียว (Single space) โดยบทความแต่ละเรื่องมีความยาวไม่เกิน 10 หน้า จะต้องประกอบด้วย

2.2.1 ชื่อเรื่องบทความ (Title) จะต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ข้อความกระชับตัวอักษรหนา ขนาด 20 จัดกึงกลางหน้ากระดาษ และอักษรตัวแรกของภาษาอังกฤษต้องพิมพ์ด้วยตัวพิมพ์ใหญ่

2.2.2 ชื่อผู้เขียน (Authors) ใช้ชื่อ-นามสกุลเต็ม ไม่ต้องระบุคำนำหน้าชื่อ ตำแหน่งหรือคุณวุฒิใช้ตัวอักษรเอน ขนาด 16 จัดชิดขวาสุด หากมี 2 คนให้ใช้ “และ/and” คั่น หากมีมากกว่าสองคนขึ้นไป กรณีภาษาไทยให้เว้นวรรค 2 ครั้งคั่น แต่กรณีภาษาอังกฤษให้ใส่ (,) คั่นและเว้นวรรค 1 ครั้งระหว่างแต่ละคน และคนสุดท้ายให้ใช้ “และ/and” คั่น และให้แสดงตัวเลขแบบยก (Superscript) กำกับเพื่อระบุตัวต้นสังกัด และใช้ (*) กำกับ Corresponding Author ซึ่งต้องระบุรายระเอียดของต้นสังกัด และที่อยู่ (จังหวัดและรหัสไปรษณีย์) ของผู้เขียนทุกคน และ E-mail ของ Corresponding Author ไว้ด้านล่างสุดหน้าแรก ใช้ตัวอักษรปกติ ขนาด 12 จัดตำแหน่งชิดซ้ายสุด

2.2.3 บทคัดย่อ (Abstract) มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้บทคัดย่อภาไทยก่อนภาษาอังกฤษหัวข้อบทคัดย่อ (Abstract) ใช้ตัวอักษรหนา ขนาด 16 จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ พิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ ไม่ควรไม่เกิน 15 บรรทัด

2.2.4 คำสำคัญ (Keywords) มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษจำนาน 3-5 คำ ใช้ตัวอักษรปกติ ขนาด 14 โดยระบุขนาดไว้ท้ายบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ส่วนที่เป็นชื่อหัวข้อ “คำสำคัญ” “Keywords” ให้ใช้ตัวอักษรหนา

2.2.5 เนื้อความ (Text) พิมพ์เป็น 2 คอลัมน์ ยกเว้นบทความทางสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีสมการทางคณิตศาสตร์ พิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ได้ โดยใช้ตัวอักษรปกติ ขนาด 14 จัดขอบซ้ายขวาตรงกัน และในการย่อหน้าถ้ามีการย่อหน้า ย่อยหลายครั้งให้แต่ละย่อหน้าย่อยห่างกัน 1.25 ซม. ส่วนที่เป็นหัวข้อจะพิมพ์ด้วยตัวอักษรหนาชิดขอบกระดาษด้านซ้าย และควรประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

- บทความวิจัย (Research Articles) ประกอบด้วย
    - บทนำ (Introduction)
    - วิธีการดำเนินการวิจัย (Research Methodology)
    - ผลการวิจัย (Results)
    - วิจาณ์ผลวิจัย (Discussion)
    - สรุปผลการวิจัย (Conclusions)
    - คำขอบคุณ หรือกิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) ถ้ามี
    - เอกสารอ้างอิง (References) ทั้งภายในเนื้อความและท้ายบทความ
- บทความวิชาการหรือบทความปริทัศน์ (Review Articles) ประกอบด้วย
    - บทนำ (Introduction)
    - เนื้อความ (Text)
    - บทสรุป (Summary)
    - คำขอบคุณ หรือกิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) ถ้ามี
    - เอกสารอ้างอิง (References) ทั้งภายในเนื้อความและท้ายบทความ

2.2.6 รูปภาพ ตาราง แผนภูมิ (Figure, Table and Diagram) สามารถนำเสนอต่อจากข้อความที่กล่าวถึง หรือ นำเสนอภายหลังจากจบหัวข้อนั้น ๆ ได้ และสามารถวางรูปภาพหรือตารางที่มีขนาดใหญ่ให้ครอบคลุมพื้นที่ของ 2 คอลัมน์ได้ และต้องระบุหมายเลขลำดับของรูปภาพ ตาราง แผนภูมิ ในบทความด้วยตัวอักษรปกติ ขนาด 14 โดยใช้คำว่ารูปที่ x หรือแผนภูมิที่ x และคำอธิบายสั้นๆ ไว้ใต้รูปภาพหรือแผนภูมิ และตารางที่ x และคำอธิบายสั้นๆไว้ด้านบนของตาราง โดยใช้ตัวอักษรปกติ ขนาด 14 จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

2.2.7 ระบบหน่วยใช้ ใช้ระบบหน่วยเมตริกซ์ หรือ SI โดยจะใช้รูปแบบการเขียนแบบเต็มหรือแบบย่อยอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ แต่ต้องให้เป็นรูปแบบเดียวกันทั้งบทความ

3. การเขียนเอกสารอ้างอิง (References) หรือบรรณานุกรม (Bibliography)

3.1 การอ้างอิงในเนื้อความ จะใช้ระบบ ชื่อและปี โดยจะวงเล็บชื้อผู้แต่ง (สำหรับคนไทย) หรือชื่อสกุล (สำหรับคนต่างชาติ)หรือชื่อนิติบุคคลที่จัดทำเอกสาร และระบุปีที่พิมพ์ ของเอกสารที่อ้างอิง เช่น สมศักดิ์และสมศรี (2535) รายงานว่า...หรือ...(สมศักดิ์ และสมศรี, 2535) กรณีมีผู้เขียน 3 คนขึ้นไป ให้ใช้คำว่า “และคณะ” กรณีภาษาไทย หรือ “et al.” กรณีภาษาอังกฤษแทนหากมีอ้างอิงจากหลายรายงานในหัวข้อเดียวกัน ให้ใช้ ... (สมศักดิ์, 2535; สมศรี, 2540; Williams, 2009) โดยเรียงภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษและเรียงตามปีที่พิมพ์

3.2 การอ้างอิงท้ายเรื่อง ใช้ตัวอักษรปกติ ขนาด 14 เรียงลำดับภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ และเรียงตามตัวอักษรและสระกรณีผู้เขียนคนเดียวกันให้เรียงตามปีที่พิมพ์เอกสาร มีรูปแบบการเขียนสำหรับวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

3.2.1 ตำรา (Textbook) หรือหนังสือ

ให้ใช้ ชื่อสกุลของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี พ.ศ. ที่ตีพิมพ์). ชื่อหนังสือ. (พิมพ์ครั้งที่). เมืองที่พิมพ์: โรงพิมพ์หรือสำนักพิมพ์. เลขหน้าเริ่มต้น – หน้าสุดท้ายที่อ้างอิง.

ภาษาอังกฤษ ให้ใช้ชื่อสกุล, อักษรย่อชื่อต้น. อักษรย่อรอง (ถ้ามี) ของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี ค.ศ. ที่ตีพิมพ์).แทน เช่น

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2537). คู่มือการเลี้ยงแพลงก์ตอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 103 – 105 .

Johnson, E.A. and Schroeder, W.A. (1995). Microbial carotenoids. In Advances Biochemical Engineering and Biotechnology. Heidelberg: Springer – Verlag. Pp 119 – 178.

3.2.2 วารสาร (Journal)

ให้ใช้ ชื่อสกุลของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี พ.ศ.ที่ตีพิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร. เล่มที่ (ฉบับ): เลขหน้า เริ่มต้น - หน้าสุดท้ายที่อ้างอิง.

ภาษาอังกฤษให้ใช้ได้ 2 แบบ คือ

ชื่อสกุล, อักษรย่อชื่อต้น. อักษรย่อชื่อรอง (ถ้ามี) ของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี ค.ศ. ที่ตีพิมพ์). ชื่อบทความ ชื่อวารสาร (แบบย่อ). Volume (Issue): เลขหน้าเริ่มต้น – หน้าสุดท้ายที่อ้างอิง.

ชื่อสกุล, อักษรย่อชื่อต้น. อักษรย่อชื่อรอง (ถ้ามี) ของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี ค.ศ. ที่ตีพิมพ์). ชื่อบทความ ชื่อวารสาร (แบบเต็ม). Volume (Issue): เลขหน้าเริ่มต้น – หน้าสุดท้ายที่อ้างอิง. เช่น

ไพลิน จิตรชุ่ม และลัดด วงศ์รัตน์. (2550). องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของโคพีพอดีบริเวณอ่าวมะนาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (section T). 6 ฉบับพิเศษ 1): 133 – 142

Kiho, T., Morimoto,H., Kobayashi, Ukai, S., Aiza, K. and Inakuma, T. (2000). Effect of a polysaccharide (TAP) from the fruiting bodies of Tremellaauantia on Glucose metabolism in mouse liver. Biotechnol Biochem.64(2): 417 – 419 (กรณีชื่อวารสารแบบย่อ)

Turner, J.T. (2004) The importance of small planktonic copepods and their roles inpelagic Marine food web Zoological Studies 43(2): 255 – 266. (กรณชื่อวารสารแบบเต็ม)

3.2.3 บทความในงานประชุมวิชาการ (Proceedings) หรือเอกสาร รางงานการวิจัย

ให้ใช้ ชื่อสกุลของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี พ.ศ. ที่ตีพิมพ์). ชื่อบทความ. ใน: ชื่องานประชุมวิชาการหรือชื่อรายงานการวิจัย. ชื่อผู้จัดงานประชุมหรือชื่อผู้จัดทำโครงงานวิจัย, จังหวัด. เลขหน้าเริ่มต้น – หน้าสุดท้ายที่อ้างอิง.

ภาษาอังกฤษ ชื่อสกุล, อักษรย่อชื่อต้น. อักษรย่อชื่อรอง (ถ้ามี) ของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี ค.ศ. ที่ตีพิมพ์).แทน เช่น

พรรณนา วันชวง และละอออศรี เสนาะเมือง. (2549). ความหลากหลายชนิดของโรติเฟอร์คลาโดเซอรา และโคพีพอด ในแหล่งน้ำชั่วคราวในเขตจังหวัดอุบลราชธานี. ใน: รายงานวิจัยในโครงการBRT 2549.

วิสุทธิ์ ใบไม้ และรังสิมา คุ้มหอม (บรรณาธิการ). บริษัทจิรวัฒน์เอ็กเพรส จำกัด,กรุงเทพฯ. 105 – 118

Pookpakdi, A. (1992). Soybean production under saturated soil condition in

Thailand, In C. George Kuo (eds.). In: Adaptstion of food crops to temperature and water stress Proceeding of an international symposium Taiwan 13 – 18 August 1992. Asain Vegetable Research and Development Center, Taiwan. 478 – 485.

3.2.4 วิทยานิพนธ์ (Thesis)

ให้ใช้ ชื่อสกุลของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี พ.ศ. ที่ตีพิมพ์). ชื่อบทความ. ระดับปริญญาของวิทยานิพนธ์ ชื่อมหาวิทยาลัย. จังหวัด. จำนวนหน้า.

ภาษาอังกฤษ ให้ใช้ ชื่อสกุล, อักษรย่อชื่อต้น. อักษรย่อชื่อรอง (ถ้ามี) ของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี ค.ศ. ที่ตีพิมพ์).

3.2.5 แหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

ให้ใช้ ชื่อสกุลของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี พ.ศ. ที่ตีพิมพ์). ชื่อบทความ. แหล่งข้อมูล: URL ของเว็บไซต์ที่อ้างอิงข้อมูล. ค้นเมื่อวันที่ เดือน ปี พ.ศ. .

ภาษาอังกฤษ ชื่อสกุล, อักษรย่อชื่อต้น. อักษรย่อชื่อรอง (ถ้ามี) ของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี ค.ศ. ที่ตีพิมพ์).แทน เช่น

เอกลักษณ์ จันทร์มะ และ อ่อนจันทร์ โครตพงษ์. (2010). ผีเสื้อกระพือปีก. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมกระทรวงทรัพยากรทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมข้อมูลhttp://www.deqp.go.th/website/20/index.php?option=com_content&view+article&id=4160%3a2010-09-30-03-37-43&catid=50&Itemid=74&lang=th. ค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2554.

3.3 การอ้างอิงเอกสารกรณีรอการตีพิมพ์ ให้ระบุข้อมูลของเอกสารให้มากที่สุด และใช้วงเล็บคำว่า “(ระหว่างตีพิมพ์)” หรือ “(in press)” ในกรณีที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ตาม ลำดับ โดยวงเล็บต่อท้ายเอกสารอ้างอิงนั้น

4. การส่งต้นฉบับบทความ ผู้เขียนสามารถส่งต้นฉบับบทความที่พิมพ์ตามข้อกำหนดของรูปแบบของวารสารและบันทึกข้อมูล ในรูปแบบไฟล์ .doc หรือ .docx และรูปแบบไฟล์ .pdf ซึ่งสามารถส่งบทความได้ 2 ช่องทาง คือ

4.1 จัดส่งทางจดหมาย ส่งต้นฉบับบทความที่พิมพ์เป็นกระดาษ 2 ชุด และแผ่นซีดี (CD-Rom) 1 แผ่น พร้อมทั้งแจ้งที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ และ E-mail ของผู้เขียน และวงเล็บที่มุมขวาล่างซองจดหมายว่า (ส่งต้นฉบับบทความเพื่อตีพิมพ์ลง วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) มายัง บรรณาธิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง นครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000

4.2 ส่งทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ส่งต้นฉบับทบความที่พิมพ์และบันทึกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ .doc หรือ .docx และรูปแบบไฟล์ .pdf พร้อมทั้งแจ้งที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ และ e-mail ของผู้เขียน โดยระบุหัวข้อการส่งข้อการส่งจดหมายว่า “ส่งต้นฉบับบทความเพื่อตีพิมพ์ลงวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” มายัง e-mail address : scijournal@nrru.ac.th

5. การพิจารณาและประเมินผลบทความ

ต้นฉบับบทความที่ส่งมาตีพิมพ์นั้นจะได้รับการอ่าน และประเมินผล โดยผู้ทรงคุณวุฒิ (peer Review) จากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยในสาขาวิชานั้นๆ อย่างน้อย 2 คนขึ้นไปต่อเรื่อง และกองบรรณาธิการ จะแจ้งผลการพิจารณาให้ผู้เขียนทราบผลว่า ต้องแก้ไขก่อนการตีพิมพ์โดยไม่มีการแก้ไข หรือไม่ผ่านการพิจารณา ตีพิมพ์ ซึ่งจะจัดส่งผลการพิจารณาคืนให้ ผู้เขียนทาง E-mail address ของผู้เขียนบทความและกองบรรณาธิการวารสารจะส่งต้นฉบับบทความให้ผู้เขียนตรวจพิสูจน์อักษรในลำดับสุดท้าย (Final proof) เพื่อให้ความเห็นชอบความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหา ซึ่งหากไม่มีการแก้ไขใดๆ หรือการติดต่อกลับของผู้เขียนภายในระยะเวลาที่กำหนด กองบรรณาธิการ ถือว่าบทความนั้นถูกต้องและครบถ้วนแล้ว

6. บทความที่ส่งตีพิมพ์ในวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จะต้องเป็นบทความที่ไม่ลอกเลียนแบบบทความอื่นที่ตีพิมพ์แล้ว และเป็น บทความที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน ซึ่งลิขสิทธิ์ของบทความต้นฉบับที่ได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะถือเป็นกรรมสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ห้ามนำข้อความทั้งหมดหรือบางส่วนไปพิมพ์ซ้ำเว้นเสียแต่ว่าได้ระบุการอ้างอิง (Citation) เป็นลายลักษณ์อักษร และความรับผิดชอบ เนื้อหาของต้นฉบับที่ปรากฏ ในวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นั้น จะเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน ทั้งนี้จะไม่รวมความผิดพลาดที่เกิดจากเทคนิคการพิมพ์

มาตรฐานทางจริยธรรมการตีพิมพ์บทความในวารสารวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

หน้าที่และความรับผิดชอบ

วารสารวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมามุ่งมั่นที่จะรักษามาตรฐานด้านจริยธรรมในการตีพิมพ์ ดังนั้นทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องจะต้องปฏิบัติตามหลักการและมาตรฐานด้านจริยธรรมในการตีพิมพ์อย่างเคร่งครัด รับผิดชอบต่อทุกสิ่งที่มีการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารดังนี้

1. พิจารณา ตรวจสอบบทความที่ส่งเข้ามาเพื่อรับการพิจารณาตีพิมพ์กับวารสาร โดยพิจารณาเนื้อหา รายละเอียดบทความที่สอดคล้องกับเป้าหมายและขอบเขตของวารสาร รวมถึงการตรวจสอบคุณภาพบทความ ความถูกต้องก่อนการตีพิมพ์
2. ปรับปรุงวารสาร และรักษามาตรฐานของวารสารให้มีคุณภาพและมีความทันสมัยอย่างสม่ำเสมอ
3. สนับสนุนเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น และคงไว้ซึ่งความถูกต้องของผลงานทางวิชาการ
4. ปกป้องมาตรฐานของทรัพย์สินทางปัญญาจากความต้องการทางธุรกิจ
5. เต็มใจที่จะแก้ไขข้อผิดพลาดการตีพิมพ์ ทำให้เกิดความชัดเจน ถูกต้อง ในการถอด-ถอนบทความ และการขออภัย หากมีความจำเป็น
6. บรรณาธิการต้องไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับผู้นิพนธ์หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ไม่นำบทความไปใช้ประโยชน์ในเชิงธุรกิจหรือนำไปเป็นผลงานทางวิชาการของตนเอง
7. บรรณาธิการต้องพิจารณาความสำคัญ ความใหม่ ความชัดเจนของบทความ ความซ้ำซ้อนหรือการคัดลอกผลงานของผู้อื่นในการประเมินบทความ บรรณาธิการต้องหยุดกระบวนการประเมินและติดต่อผู้นิพนธ์หลังเพื่อแจ้งและขอคำชี้แจงเพื่อการยอมรับหรือปฏิเสธบทความเพื่อการตีพิมพ์
8. บรรณาธิการควรมีการชี้แจงหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการตรวจสอบประเมินบทความ (Peer review)
9. วารสารควรมีช่องทางให้ผู้นิพนธ์อุทธรณ์ได้ หากผู้นิพนธ์มีความคิดเห็นแตกต่างจากการตัดสินใจของบรรณาธิการ
10. วารสารควรจัดพิมพ์คำแนะนำแก่ผู้เขียนหรือผู้แต่งบทความในทุกประเด็นที่บรรณาธิการและผู้ได้รับมอบหมายคาดหวัง ในทุกเรื่องที่ควรรับทราบ และควรมีการปรับปรุงคำแนะนำให้ทันสมัยอยู่เสมอ
11. บรรณาธิการและผู้ได้รับมอบหมายไม่ควรเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในการตอบรับบทความที่ถูกปฏิเสธการตีพิมพ์ไปแล้ว ยกเว้นมีปัญหาร้ายแรงเกิดขึ้นระหว่างการส่งบทความเข้าสู่ขั้นตอนการพิจารณาและยังไม่สิ้นสุดกระบวนการสู่การตีพิมพ์เผยแพร่
12. บรรณาธิการและผู้ได้รับมอบหมายไม่ควรตัดสินใจยกเลิกการตีพิมพ์บทความ ยกเว้นมีการพิสูจน์ถึงปัญหาร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือผู้เขียนหรือผู้แต่งบทความไม่ปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานที่วารสารกำหนดไว้
13. บรรณาธิการควรจัดพิมพ์คำแนะนำแก่ผู้ประเมินบทความในทุกประเด็นที่คาดหวังอย่างชัดเจน และควรมีการปรับปรุงคำแนะนำให้ทันสมัยอยู่เสมอ
14. บรรณาธิการควรมีระบบปกป้องข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินบทความ และกระบวนการพิจารณาประเมินบทความ ควรมีระบบที่ทำให้มั่นใจได้ว่าบทความที่ส่งเข้ามายังวารสารจะได้รับการปกปิดเป็นความลับในระหว่างขั้นตอนการพิจารณาประเมิน

บทบาทหน้าที่ของผู้นิพนธ์

1. ผลงานของผู้นิพนธ์ต้องเป็นผลงานที่ไม่เคยตีพิมพ์หรือเผยแพร่ที่ใดมาก่อน รวมถึงไม่อยู่ระหว่างขั้นตอนการพิจารณาตีพิมพ์ที่ใด

2. ผู้นิพนธ์ต้องไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น และต้องมีการอ้างอิงทุกครั้งเมื่อนำผลงานของผู้อื่นมานำเสนอหรืออ้างอิงในเนื้อหาบทความของตนเอง

3. ผู้นิพนธ์ต้องเปิดเผยแหล่งทุนสนับสนุนการทำผลงานทางวิชาการ

4. ผู้นิพนธ์ต้องไม่นำผลงานไปเผยแพร่หรือตีพิมพ์กับแหล่งอื่น ๆ หลังจากที่ได้รับการตีพิมพ์กับวารสารแล้ว

5. ชื่อผู้นิพนธ์ที่ปรากฏในบทความต้องเป็นผู้ที่มีส่วนในผลงานวิชาการนี้จริง

บทบาทหน้าที่ของผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความ

1. ผู้ทรงคุณวุฒิต้องคำนึงถึงคุณภาพบทความเป็นหลัก พิจารณาบทความภายใต้หลักการและเหตุผลทางวิชาการโดยปราศจากอคติหรือความคิดเห็นส่วนตัว และไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับผู้นิพนธ์

2. ผู้ทรงคุณวุฒิต้องไม่แสวงหาประโยชน์จากผลงานทางวิชาการที่ตนเองได้ทำการประเมิน

3. หากผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบพบว่าบทความที่รับประเมิน เป็นบทความที่คัดลอกผลงานชิ้นอื่น ๆ ผู้ทรงคุณวุฒิต้องแจ้งให้บรรณาธิการทราบทันที

4. ผู้ทรงคุณวุฒิต้องไม่เปิดเผยข้อมูลของบทความให้ผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องได้รับรู้

แบบเสนอเพื่อขอลงตีพิมพ์ในวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ชื่อเรื่อง ภาษาไทย.....

.....

Title English.....

.....

ชื่อ-สกุล ผู้แต่งหลัก ภาษาไทย.....

English.....

ที่อยู่ ภาษาไทย.....

.....

Address English.....

.....

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

E-mail.....

ชื่อ-สกุล ผู้แต่งร่วม

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....

ประเภท ☐ **บทความวิจัย (Research Articles)**

สาขา ◯ วิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ

สาชา ◯ วิทยาศาสตร์สุขภาพ

สาขา ◯ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาขา ◯ วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาชุมชน

☐ **บทความวิชาการ (Review Articles)**

<u>คำยืนยันของผู้แต่งทุกท่าน</u>

ข้าพเจ้าขอยืนยันว่าบทความนี้ไม่เคยเสนอหรือกำลังเสนอตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน และยินดีให้กองบรรณาธิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา เลือกสรรหาผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อพิจารณาต้นฉบับของข้าพเจ้าโดยอิสระ และยินยอมให้กองบรรณาธิการฯ สามารถตรวจแก้ไขต้นฉบับดังกล่าวได้ตามสมควร และยินยอมให้บทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ลงชื่อ.....

ลงชื่อ.....

ลงชื่อ.....

ลงชื่อ.....

ลงชื่อ.....

วันที่...../...../.....

ใบสมัครสมาชิกวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

วันที่_____เดือน_____พ.ศ._____

เรียน กองบรรณาธิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ข้าพเจ้า (นาย,นาง,นางสาว)_____

สังกัด-ที่อยู่

_____

_____

โทรศัพท์_____E-Mail_____

มีความประสงค์จะขอสมัครสมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาราชภัฏนครราชสีมา

( ) สมาชิกประเภทบุคคลรายปี 100 บาท

( ) สมาชิกประเภทบุคคลราย 3 ปี 250 บาท

( ) สมาชิกประเภทองค์กร/หน่วยงาน รายปี 100 บาท

( ) สมาชิกประเภทองค์กร/หน่วยงาน รายปี 3 ปี 250 บาท

พร้อมนี้ ข้าพเจ้าได้ส่งค่าสมาชิก จำนวน_____บาท (_____) มาชำระพร้อมนี้แล้วโดย

( ) เงินสด (เฉพาะที่ชำระเงินด้วยตนเองที่งานวารสารวิจัย)

( ) ธนาณัติ (สั่งจ่าย บรรณาธิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.ราชภัฏนครราชสีมา ปณ. นครราชสีมา 30000)

( ) โอนเงินเข้าบัญชีธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน) ชื่อบัญชี ทุนอุดหนุนวิจัยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.ราชภัฏนครราชสีมา เลขที่บัญชี 419 – 1 – 76220 – 1 สาขามหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และจัดส่ง Slip การชำระเงินที่ธนาคารออกมาให้มาพร้อมใบสั่งซื้อนี้

ขอให้ กองบรรณาธิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จัดส่งวารสารให้ข้าพเจ้าตามที่อยู่ดังนี้

ชื่อ_____ นามสกุล_____

บ้านเลขที่_____หมู่_____ถนน_____ตำบล_____อำเภอ_____

จังหวัด_____รหัสไปรษณีย์_____โทรศัพท์_____

E-mail_____โทรศัพท์มือถือ_____

ลงชื่อ.....

(_____)

หมายเหตุ 1.การส่งบทความตีพิมพ์ไม่จำเป็นต้องเป็นสมาชิก

2.บุคคล/หน่วยงาน/องค์กร ที่ต้องการสมัครเป็นสมาชิกเพื่อประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้ากรุณากรอกข้อมูลตามแบบฟอร์มข้างต้น และจัดส่งให้วารสารดำเนินการต่อไป

สถานที่ส่งบทความ

หน่วยวิจัยและบริการวิชาการ สำนักงานคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

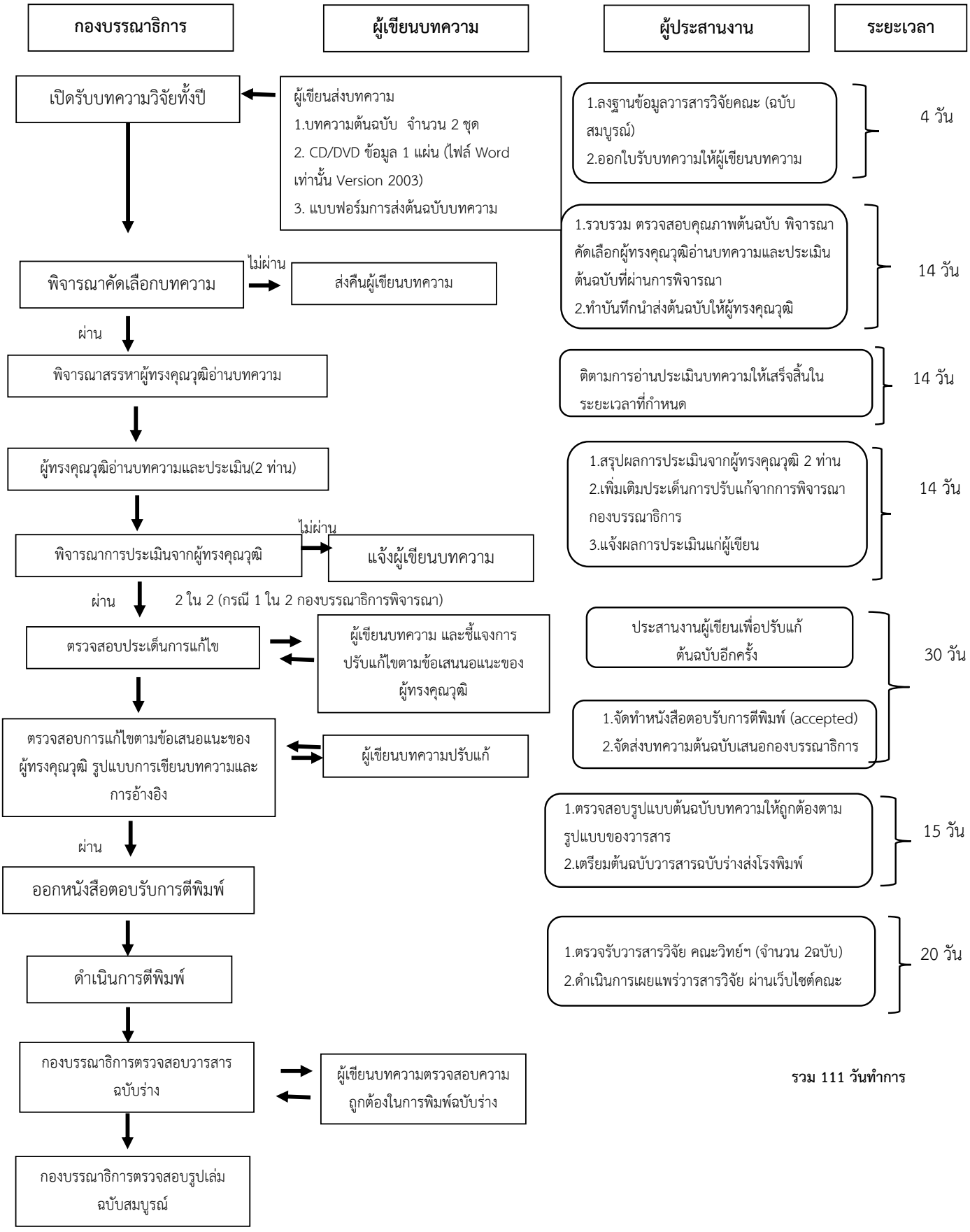
อาคารปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์. 044-009-009 ต่อ 3295 โทรสาร. 044-272-939 E-mail : sci.vijai@gmail.com.

หากบทความของท่านผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) และได้รับการตีพิมพ์ลงวารสาร ผู้ส่งบทความจะได้รับเล่มวารสารที่บทความนั้นลงตีพิมพ์ จำนวน 2 เล่ม

ขั้นตอนการดำเนินงานในการจัดทำวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา



<u>วิธีการปฏิบัติ ดังนี้</u>

1. คณะกรรมการบริหารงานวิจัยและบริการวิชาการ กลุ่มที่ดูแลเกี่ยวกับวารสารจะดำเนินการประชุมเพื่อหารือเกี่ยกวับการรับผลงานวิจัยเพื่อนำมาลงตีพิมพ์ในวารสารของคณะทั้ง 2 เล่ม

2. หลังจากมีประชุมแล้วก็จะหาผู้ทรงคุณวุฒิที่จะทำหน้าที่อ่านผลงานวิจัย โดยมีการทำหนังสือเชิญเพื่อทาบทาม ให้เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการอ่านผงานวิจัย ทั้งนี้จะเชิญทั้งภายในและภายนอก

3. เมื่อผุ้ทรงคุณวุฒิตอบรับ คณะกรรมการด้านวารสารจะทำการประกาศรับสมัครผลงานวิจัยเพื่อลงตีพิมพ์

4. ทำหนังสือส่งแบบฟอร์มการเขียนบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารให้ผู้สนใจทั้งภายในและภายนอก

5. เมื่อนักวิจัยส่งผลงานวิจัยกลับมายังกองบรรณาธิการจำนวนหนึ่ง กองบรรณาธิการจะต้องดำเนินการจัดทำหนังสือเพื่อส่งผลงานวิจัยให้กับผู้ทรงคุณวุฒิอ่าน โดยมีเอกสารประกอบการจัดส่งดังนี้

    5.1 หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิอ่านผลงานวิจัย

    5.2 ใบสำคัญรับเงินค่าตอบแทนการอ่านผลงานวิจัย

    5.3 แบบประเมินผลงานวิจัย

    5.4 สำเนาสมุดบัญชีธนาคารของผู้ทรงคุณวุฒิ

6. ผู้ทรงคุณวุฒิเมื่ออ่านผลงานวิจัยเรียบร้อยแล้วก็จะส่งกลับมายังกองบรรณาธิการพร้อมข้อมูลแก้ไขเพื่อให้ถูกต้องที่สุด ดังนั้น กองบรรณาธิการจะดำเนินการทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ไปยังนักวิจัยเพื่อให้แก้ไขผลงานวิจัยตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาและให้ข้อเสนอไว้

7. หลังจากนักวิจัยมีการตรวจปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว กองบรรณาธิการจะทำการรวบรวมและตรวจรายละเอียดเพื่อให้ตรงตามแบบฟอร์มก่อนส่งโรงพิมพ์อีกรอบ

8. ตรวจเสร็จเรียบร้อย กองบรรณาธิการจะดำเนินการนำต้นฉบับสแกนเก็บในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ และส่งโรงพิมพ์เพื่อดำเนินการจัดทำรูปเล่มของสารวารต่อไป

9. นำเผยแพร่ทางเว็บไซต์คณะ และมหาวิทยาลัยต่อไป