



การประชุมวิชาการระดับชาติ“ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5 (ARUCON2022)
วันที่ 15 - 16 ธันวาคม พ.ศ. 2565 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

วันที่ 8 ธันวาคม 2565

เรื่อง ตอบรับบทความวิจัย

เรียน คุณพิณทิพย์ แก้วแกมทอง และ คุณทิวา แก้วเสริม

ตามที่ท่านได้เสนอบทความวิจัย เรื่อง “การจัดการของเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขาม
แช่อิ่ม : กรณีศึกษากลุ่มผู้ประกอบการแปรรูปมะขามแช่อิ่มพื้นที่ตำบลหล่มเก่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัด
เพชรบูรณ์” หมายเลขบทความ ST419 เพื่อพิจารณานำเสนอแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation) ในการ
ประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5 นั้น

คณะกรรมการจัดการประชุมฯ ได้พิจารณาและมีมติตอบรับการนำเสนอและตีพิมพ์บทความวิจัย
ของท่าน ในการประชุมวิชาการระดับชาติ“ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5 (ARUCON2022) ในวันที่ 15 – 16 ธันวาคม
พ.ศ. 2565 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศชาย สติยพนาวงศ์)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

สถาบันวิจัยและพัฒนา

โทรศัพท์/โทรสาร 035-276577, 061-315-2297

E-mail: arucon@aru.ac.th

Website: <https://www.aru.ac.th/arucon/>



การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่
ราชภัฏกรุงเก่า 5

15 - 16 ธันวาคม 2565
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา



PROCEEDINGS | ภาคโปสเตอร์

ARUCON2022 (5th National conference of Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University)

จัดโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา



PROCEEDINGS

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ
“ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5

ภาคโปสเตอร์
(Poster Presentation)

วันที่ 15 – 16 ธันวาคม พ.ศ. 2565
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

จัดโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

การประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5
วันที่ 15 – 16 ธันวาคม พ.ศ. 2565
ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

หน่วยงานร่วมจัดการประชุมวิชาการ

เจ้าภาพหลัก มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

หน่วยงาน สถาบันวิจัยและพัฒนา

คณะวิทยาการจัดการ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

คณะครุศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

เจ้าภาพร่วม มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย

สมาคมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า (ประเทศไทย)

สมาคมรัฐประศาสนศาสตร์แห่งประเทศไทย

ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ชูสิทธิ์ ประดับเพ็ชร์

อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

คณะกรรมการอำนวยการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ วรรณธำ

รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย นวัตกรรมและพัฒนาท้องถิ่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาติรี มหันตรัตน์

รองอธิการบดีฝ่ายทรัพยากร

อาจารย์จรัสศักดิ์ ชุมวรานนท์

รองอธิการบดีฝ่ายยุทธศาสตร์และแผนงาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณทิพย์ เนียมถนอม

รองอธิการบดีฝ่ายบริหารงานวิชาการ

อาจารย์ ดร.นพดล ปรารักษ์ทอง

รองอธิการบดีฝ่ายพัฒนานักศึกษาและกิจการสภามหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุพิน พวงยะ

ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายประกันคุณภาพการศึกษา

อาจารย์นรินทร์ อุ่นแก้ว

ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายบริหารงานทั่วไปและกฎหมาย

อาจารย์ ดร.สุรัตน์ เกียรติสะอาด

ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายกิจการพิเศษ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศชาย สถิตย์พนาวงศ์

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บริบูรณ์ ขอบทำดี

คณบดีคณะครุศาสตร์

รองศาสตราจารย์ ดร.วิณัฐา แสงสุข

คณบดีคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

อาจารย์ประพันธ์ แสงทองดี

คณบดีคณะวิทยาการจัดการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลพรรณ รุ่งพรหม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ พานสุวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาโรช บุรีสังคะ
อาจารย์ ดร.สุรินทร์ ศรีสังข์งาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญไท เจริญผล
นางลักขณา เตชวงษ์
นางสาวพรสวรรค์ คล้ายกัน

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
ผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
ผู้อำนวยการสถาบันอยุธยาศึกษา
ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ผู้อำนวยการสำนักงานอธิการบดี
ผู้อำนวยการกองกลาง

คณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติฝ่ายต่างๆ

ตามคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่ 1355/2565

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชภัฏกรุงเก่า” ครั้งที่ 5

บรรณาธิการ/กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ วรรณธำ	รองอธิการบดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศชาย สถิตยพนาวงศ์	ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

กรรมการและกองบรรณาธิการ

อาจารย์ ดร.ภาวินัย ธนาอนวัช	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
อาจารย์ ดร.ศิริประภา ดีประดิษฐ์	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
อาจารย์ ดร.จิราภรณ์ มีสง่า	รองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวรพี พูลศิริ	หัวหน้าสำนักงานผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา
นางสาวสุจิตรา งามบุญปลอด	กรรมการ
นางสาวอัจฉรา วงษ์หา	กรรมการและเลขานุการ
นางวรรณิศา นัยชิต	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการพิชญพิจารณ์ (Peer Review) ในกองบรรณาธิการ (ผู้ทรงคุณวุฒิภายใน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

รองศาสตราจารย์ ดร.วันทนา เนาว์วัน

รองศาสตราจารย์ ดร.พิทยา ใจคำ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ วรรณธำ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานดา เตชะขันหมาก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทกานต์ นุชสุข

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา แก้วกระจ่าย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บริบูรณ์ ขอบทำดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ ประมาน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา รัตนเสนา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ทองอร่าม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัททิรา หอมหวล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุพาภรณ์ วิริยะนันทน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิภาส ภูณัณณฤกษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศชาย สถิตย์พนาวงศ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิมลพรรณ รุ่งพรหม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพล แสนบุญส่ง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธี โกสพิธิ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนิทย รุ่งราตรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงจิตต์ ไต่แสง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ พานสุวรรณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัศวินท์ ศาสนพิทักษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์จันจิรา หาวีชา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนกานต์ ขาวสำลี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรชวรรณ สุขสมวัฒน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภรภัทร นิยมชัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ยุพิน พวกยะ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภกานต์ นานรัมย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพิชญา คำคม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรศักดิ์ เพชรคงทอง

ว่าที่ร้อยตรี ดร.คณศ พุกกะพันธุ์

อาจารย์ ดร.กัญญลักษณ์ โพธิ์ดง

อาจารย์ ดร.จินดาวรรณ จันทมาศ

อาจารย์ ดร.จิราภรณ์ มีสง่า

อาจารย์ ดร.ญาณิศา เผื่อนเพาะ

อาจารย์ ดร.ธนาวรรณ รักษาพงษ์พานิช

อาจารย์ ดร.ธานี ชูกำเนิด

อาจารย์ ดร.นรเศรษฐ์ เตชะ

อาจารย์ ดร.พัชรภร พูลบุญ

อาจารย์ ดร.พิชิต โชตก

อาจารย์ ดร.พิมพ์ปฎิมา นเรศศิริกุล

อาจารย์ ดร.ภาวินัย ธนาอนวัช

อาจารย์ ดร.ภูษนิศา สุวรรณศิลป์

อาจารย์ ดร.ฤดี เสริมชยุต

อาจารย์ ดร.วรปภา มหาสำราญ

อาจารย์ ดร.วัชรภัทร เตชะวัฒนศิริดำรง

อาจารย์ ดร.วีรพล น้อยคล้าย

อาจารย์ ดร.วุฒิพงษ์ แป้งใจ

อาจารย์ ดร.ศิริประภา ดีประดิษฐ์

อาจารย์ ดร.ศุภลักษณ์ ศรีวิไล

อาจารย์ ดร.สมกมล กาญจนพิบูลย์

อาจารย์ ดร.สุชรักษ์ แซ่เจีย

อาจารย์ ดร.สุนันท์ ศรีสังข์งาม

คณะกรรมการพิชญพิจารย์ (Peer Review) ในกองบรรณาธิการ (ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก)

ศาสตราจารย์ ดร.อาณัติ ลิ้มคเดช

รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา บุญส่ง

รองศาสตราจารย์ ดร.กาสัก เต๊ะชั้นหมาก

รองศาสตราจารย์ ดร.กุลวดี โรจน์ไพศาลกิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญชนก นัยจรรย์

รองศาสตราจารย์ ดร.เชมณัฐ มิ่งศิริธรรม

รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม

รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ บุญกุล

รองศาสตราจารย์ ดร.นงลักษณ์ ปิยะมิ่งคลา

รองศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เสถียร เหลืองอลงกต

รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณี บัญชรหัตถกิจ

รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ศิริปรัชญานันท์

รองศาสตราจารย์ ดร.เยาวเรศ เชาวนพูนผล

รองศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ ตระกูลฮั่น

รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร ดาบเพชร

รองศาสตราจารย์ ดร.สนธิ ปิ่นสกุล

รองศาสตราจารย์ ดร.สาโรช พูลเทพ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา เลาหนันท์

รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา จุ้ยทอง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร ฉันทนารุ่งภักดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา เสือเอี่ยม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลชัย กุลตวนิช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญหญิง ศรีประเสริฐภาพ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรวรรณ ลัญฉวรรณะกร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด อินทจามรรักษ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยการ ศิริรัตน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลาลัย หาญเจนลักษณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาวลิต หามนตรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์พล เอื้อไพจิตรกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนพร ชูศักดิ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชู บุญลิขิตศิริ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุษกร เชี่ยวจินตาทานต์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณณรภัส ถกถภักดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ พิษญาภรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณณนุช นิลแสง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิภา แพงศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พอเจตน์ ธรรมศิริขวัญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรา เดชโฮม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรินทร์ รุจิรานุกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภคกิต์ กัลยาณมิตร

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยรังสิต

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยนเรศวร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมษา นวลศรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชนีวรรณ ตั้งภักดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา สีดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณช กุอุทา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณภา โพธิ์ผลิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรส ใจจิตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สีบวงค์ กาพวงค์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ แวงวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนจ ชัยมณี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิวัดน์ สมาธิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ.สุวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัฐพล อนตะเสนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอราวิล ถาวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.ทิลดิสร์ รุ่งเรืองกิจไกร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรเชษฐ์ มิตสานนท์
ดร.กฤษณะ ช่องศรี
ดร.ชยาภรณ์ เคารพไทย
ดร.ชุตีวัฒน์ สุวดีพิงศ์
ดร.ชูเกียรติ เชื้อไม้
ดร.ธีรวัธ ธาดาตันติโชค
ดร.นรินทร์ นนทมาลย์
ดร.ปฐมพงศ์ ศุภเลิศ
ดร.ปรเมศร์ กลิ่นหอม
ดร.ประพรรธน์ พลชะวะ
ดร.ผกาพรรณ วัฒนนาม
ดร.พชรวรรณ รัตนทรงธรรม
ดร.พินิดา พานิชวัฒนา
ดร.พัทธนันท์ บุตรนุญ
ดร.พันธุ์ทิพา อมรฤทธิ
ดร.พันธุ์ทิพย์ โอฬารรัตน์มณี
ดร.รุ่งโรจน์ สงสระบุญ
ดร.วรรณพรรณ รักษ์ชน
ดร.อิกมาส มากจ้อย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยทักษิณ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยพะเยา
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
มหาวิทยาลัยพะเยา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
มหาวิทยาลัยสยาม
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
มหาวิทยาลัยศิลปากร

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะ ภาคโปสเตอร์ (Session Chair)

รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ บุญกุศล	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
รองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญชนก นัยจรรย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.ดร.ทิลดิสร์ รุ่งเรืองกิจไกร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชาวลิต หามนตรี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร.ธีรวิธ ชาติตันติโชค	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะ ภาคบรรยาย (Session Chair)

รองศาสตราจารย์ ดร.เชมณัฐ มิ่งศิริธรรม	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม	มหาวิทยาลัยศิลปากร
รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริภัสสรค์ วงศ์ทองดี	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ศิริปรัชญานันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.สาโรช พูลเทพ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบวงศ์ กาพวงค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สารบัญ
บทความวิจัยภาคโปสเตอร์

ลำดับ ที่	รหัส บทความ	กลุ่มวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม (ST)	หน้า
1	ST412	การศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลงในบริเวณฝั่งอ่าวไทย <i>ภัททิรา หอมหวล นพดล อภิระนานนท์ และ สุรพงษ์ วงศ์ไพ์ชร</i>	142
2	ST413	การเพิ่มความสามารถในการผลิตพอลิเบต้าไฮดรอกซีบิวทิเรต (PHB) ของ <i>Alcaligenes latus</i> TISTR 1403 ที่ผ่านการได้รับสัมผัสสังสีแกมมา <i>กรองจันทร์ รัตนประดิษฐ์ และ สมจิตต์ ปาละภาศ</i>	153
3	ST414	การประเมินความเสี่ยงระบบป้องกันและระงับอัคคีภัย ในกระบวนการผลิต ของ บริษัทผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่ง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา <i>เพ็ญนภา ภูกันงาม</i>	161
4	ST415	การตรวจสอบสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตที่ตกค้างในผัก ที่ใช้ประกอบอาหารของร้านอาหารภายในศูนย์อาหารมหาวิทยาลัยราชภัฏ พระนครศรีอยุธยา <i>พชฎ นรสิงห์</i>	171
5	ST416	การออกแบบและประสิทธิภาพกังหันน้ำหัวน้ำต่ำสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็ก <i>พิณทิพย์ แก้วแกมทอง และ ทิพา แก้วเสริม</i>	179
6	ST417	ผลการใช้แบ่งตัดแปรงเป็นตัวประสานในการขึ้นรูปแผ่นวัสดุจากเส้นใยเปลือกทุเรียน <i>วริศชนม์ นิลนันท กุลพร พุทธิมี และ ขนิษฐา รัตน์ประโคน</i>	187
7	ST418	การทดสอบแบบประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดฟันผุในเด็กอายุ 2-5 ปี สำหรับ ผู้ปกครอง <i>สุภาวิตา ภคเอกภักดิ์</i>	194
8	ST419	การจัดการของเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม : กรณีศึกษากลุ่ม ผู้ประกอบการแปรรูปมะขามแช่อิ่มพื้นที่ตำบลหล่มเก่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัด เพชรบูรณ์ <i>พิณทิพย์ แก้วแกมทอง และ ทิพา แก้วเสริม</i>	209
9	ST420	แนวทางการพัฒนาข้อเสนอโครงการวิจัยในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา <i>วิมลพรรณ รุ่งพรหม อภิชาติ พานสุวรรณ วิชชุดา ตันประเสริฐ สุวัชรักษ์ แซ่เจีย กันยารัตน์ คงพร ปิณณธร หอมบุญมา ภาวินีย์ ธนาอนวัช กานดา เต๊ะขันหมาก ชาญชัย เมธาวิรุฬห์ สารภี พูลศิริ และอมรรัตน์ อมรนาถ</i>	217

การจัดการของเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม : กรณีศึกษากลุ่มผู้ประกอบการแปรรูป มะขามแช่อิ่มพื้นที่ตำบลหล่มเก่า อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์

Waste management from tamarind processing : Case Study of Tamarind Processing Entrepreneurs in Tambon Lom Kao, Lom Kao District, Phetchabun Province

พัฒนทิพย์ แก้วแกมทอง¹ และ ทิพา แก้วเสริม²

¹สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

²สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

¹Email: pintip.kae@pcru.ac.th; ²Email: tiwa.kaew@pcru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยการจัดการของเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการแปรรูปมะขามด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จังหวัดเพชรบูรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการจัดการของเสียและน้ำเสียที่เหมาะสมจากกระบวนการผลิตมะขามแช่อิ่มพื้นที่ตำบลหล่มเก่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่า ในกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มจะมีของเสียที่เกิดจากกระบวนการ ได้แก่ รกมะขาม เปลือกมะขาม น้ำเชื่อมที่ผ่านการแช่อิ่ม ซึ่งรกและเปลือกมะขามสามารถนำไปทำเป็นปุ๋ย เชื้อเพลิง หรือเพิ่มมูลค่าได้โดยทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เปลือกมะขามสามารถทำเป็นกระถางชีวภาพ กายาน ธูป หรือเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับถ่านไม้ ใช้ในกระบวนการต้มน้ำเชื่อมได้ ในส่วนของน้ำเชื่อมที่ผ่านการแช่อิ่มแล้วนั้นสามารถนำไปผสมกับวัสดุอื่นจากการเกษตรเพื่อทำปุ๋ยหมักได้เนื่องจากในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแช่อิ่มมาแล้วนั้นยังคงมีความหวาน จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีและเกิดกระบวนการหมักได้ หรืออีกแนวทางหนึ่งผู้ประกอบการสามารถจัดทำสำหรับเก็บน้ำเชื่อมนี้ไว้ในแทงค์หรือภาชนะปิดสนิทเพื่อรอการจำหน่ายจากผู้รับซื้อนำไปแปรรูปเป็นปุ๋ยน้ำต่อไป ในส่วนของคุณภาพน้ำจากกระบวนการผลิตการแปรรูปมะขามแช่อิ่มนั้นมีลักษณะคล้ายกับน้ำเสียที่เกิดจากบ้านเรือน ซึ่งมีความสกปรกอยู่ในรูปสารอินทรีย์เป็นหลัก ค่าซีโอดีที่วัดได้อยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง และมีค่าพีเอชเป็นกรด (3.0-5.0) และน้ำมีกลิ่นเหม็นที่รุนแรง แนวทางการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียจะเลือกจากสภาพพื้นที่ของสถานที่ผลิต กล่าวคือ พื้นที่ที่มีการระบายน้ำดี มีระดับน้ำใต้ดินในฤดูฝนอยู่ลึกจากผิวดินพอสมควร จะเลือกใช้ระบบบำบัดแบบบ่อเกรอะ-บ่อซึม และสำหรับพื้นที่ที่มีการระบายน้ำยากหรือมีระดับน้ำใต้ดินสูง จะเลือกใช้ระบบบำบัดแบบบ่อเกรอะซึ่งในระบบจะมีตัวกลาง (media) อยู่ภายในระบบ ซึ่งระบบบำบัดทั้งสองนี้จัดเป็นการบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพใช้จุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนในการบำบัด ซึ่งเป็นการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมกับสถานประกอบการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม เนื่องจากมีราคาประหยัด มีประสิทธิภาพในการบำบัดเบื้องต้นได้ดีและง่ายต่อการดูแลรักษา

คำสำคัญ: น้ำเสียจากการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม, การจัดการของเสีย, ระบบบำบัดน้ำเสีย

Abstract

The research on waste management from tamarind processing is part of the research project entitled process development and environmental management for local wisdom with science and technology in the processing of tamarind, Phetchabun province. The objective was to find suitable waste and wastewater management for the tamarind processing process in Lom Kao Subdistrict, Mueang District, Phetchabun Province. The results showed that in the tamarind processing process, there will be wastes resulting from the process such as tamarind placenta, tamarind rind, and syrup that has been preserved. The placenta and tamarind bark can be used to make fertilizer, fuel, or add value by making new products. Tamarind bark can be made into bio-pots, frankincense, incense, or as a fuel with charcoal used in the syrup cooking process. The composted syrup can be mixed with other agricultural materials to make compost, as the composted syrup retains its sweetness.

Microorganisms can grow well and fermentation can occur. Alternatively, entrepreneurs can create a place for storing this syrup in a sealed tank or container to wait for distribution from the purchaser to be processed into liquid fertilizer. In terms of water quality from tamarind processing, it is similar to the wastewater generated from households. The dirt is mainly in organic form the COD value is quite high and the pH is acidic (3.0-5.0), the salinity and the water have a strong odor. Guidelines for selecting a wastewater treatment system are chosen based on the area of the production site, i.e. the area with good drainage and groundwater level in the rainy season is quite deep from the soil surface, will choose the septic tank - seepage. And for areas with difficult drainage or high groundwater levels, will choose a septic tank treatment system in which the system has a medium (media) within the system. These systems are classified as biological wastewater treatment using anaerobic microorganisms for treatment. This is a wastewater treatment suitable for tamarind processing establishments because it is economical, effective in initial therapy, and easy to maintain.

Keywords: Tamarind processing wastewater, Waste management, Wastewater treatment plant

1. บทนำ

1.1. ความเป็นมาและที่มาของงานวิจัย

จากปัญหาสถานการณ์สิ่งแวดล้อมและภาวะโลกร้อนที่มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งปัจจัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมดังกล่าวเกิดขึ้นจากการขยายจำนวนประชากรควบคู่กับการขยายตัวของการบริโภคและการผลิตที่ขาดการคำนึงผลกระทบต่อระบบนิเวศ ประกอบกับรัฐบาลได้กำหนดยุทธศาสตร์ประเทศที่สำคัญประการหนึ่ง คือ การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green Growth) [1] จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีการปลูกมะขามหวานแหล่งใหญ่ของประเทศ เนื่องจากมีความเหมาะสมในเรื่องสภาพอากาศและพื้นที่ปลูกทำให้มะขามมีรสชาติหวานอร่อย ไม่เหมือนกับปลูกที่อื่นๆ มะขามหวานจึงได้กลายเป็นเอกลักษณ์ประจำจังหวัดเพชรบูรณ์จนได้ขึ้นทะเบียนสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์หรือ GI (Thai Geographical Indication) จากกรมทรัพย์สินทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์ [2] ซึ่งในปัจจุบันจังหวัดเพชรบูรณ์มีเนื้อที่ปลูกมะขามทั้งสิ้น 86,846 ไร่ แหล่งผลิตที่สำคัญ ได้แก่ อำเภอหล่มเก่า อำเภอเมืองเพชรบูรณ์และอำเภอหล่มสัก ตามลำดับ มีพื้นที่เพาะปลูกมะขามหวานจำนวนกว่า 49,945 ไร่ ให้ผลผลิตราว 41,837 ตัน [3] ปัจจุบันมีปัญหาหลังฤดูการที่ผ่านมามีราคาผลผลิตตกต่ำทำให้เกษตรกรตัดต้นมะขามทิ้งและหันไปปลูกต้นยางพาราแทน ส่งผลให้ผลผลิตที่ออกสู่ตลาดในฤดูกาลก่อนข้างน้อยประกอบกับต้นมะขามไม่ติดฝักทำให้ราคาผลผลิตค่อนข้างสูง ส่งผลให้เกษตรกรหันมาปลูกมะขามเปรี้ยวกันมากขึ้น และมีผู้ประกอบการรวมถึงกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์หันมาให้ความสนใจและแปรรูปมะขามเปรี้ยวเป็นจำนวนมากทั้งในรูปแบบของมะขามอ่อน มะขามดิบและมะขามสุก เช่น มะขามแช่อิ่มสด มะขามแช่อิ่มแห้ง ไวน์มะขาม น้ำมะขาม มะขามคลุก [4] นอกจากนี้มะขามเปรี้ยวยังสามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่อยอดได้อีกมาก [5, 6] เช่น ขนมคุกกี้มะขาม เค้กมะขาม แยมมะขาม เป็นต้น การดำเนินการดังกล่าวข้างต้นส่งผลให้มีของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต ได้แก่ รกมะขาม เปลือกมะขาม น้ำเชื่อมที่ผ่านการแช่อิ่ม รวมถึงน้ำทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะขามทั้งในขั้นตอนการทำความสะดวก ขั้นตอนการแช่น้ำร้อนเพื่อปกปิดกลิ่น ขั้นตอนการแช่น้ำเกลือผสมน้ำปูน และกระบวนการผลิตอื่นๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสินค้า น้ำทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมะขามก่อให้เกิดผลกระทบต่อทางด้านสิ่งแวดล้อมต่อชุมชนเนื่องจากขาดการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม [7] จากการลงพื้นที่รับฟังความต้องการและปัญหาของผู้ประกอบการ พบว่า ผู้ประกอบการหรือวิสาหกิจชุมชนยังต้องการรับการสนับสนุนองค์ความรู้ทางด้านการพัฒนากระบวนการผลิตและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อที่จะสามารถต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการแปรรูปมะขามซึ่งถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของจังหวัดเพชรบูรณ์ ดังนั้น งานวิจัยการจัดการของเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นในการแปรรูปมะขามด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จังหวัดเพชรบูรณ์ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการจัดการของเสียและน้ำเสียที่เหมาะสมจากกระบวนการผลิตมะขามแช่อิ่มพื้นที่ตำบลหล่มเก่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นการส่งเสริมการแปรรูปมะขามที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อผลักดันให้กลุ่มผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์ชุมชนขนาดเล็กซึ่งยังขาดความพร้อมในด้านระบบข้อมูลกระบวนการผลิตสมควรได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนในการได้รับองค์ความรู้ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี แสดงเจตนารมณ์ในการรับผิดชอบต่อสังคม มีจิตสำนึกในเรื่องรักษาสภาพแวดล้อมและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้แก่ผลิตภัณฑ์ชุมชน

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหาแนวทางการจัดการของเสียและน้ำเสียที่เหมาะสมจากกระบวนการผลิตมะขามแช่อิ่มในพื้นที่ตำบลหล่มเก่า อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

1.3. ขอบเขตการวิจัย

ดำเนินการวิจัยโดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงจากกลุ่มผู้ประกอบการผลิตมะขามแปรรูปในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ขึ้นบัญชีรายชื่อผู้ผลิต (ผู้ประกอบการ OTOP) สัมภาษณ์แบบเจาะลึก ประเมินกระบวนการผลิตเบื้องต้นและวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากสถานประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ และหาแนวทางการจัดการของเสียและน้ำเสียที่เหมาะสมให้กับสถานประกอบการ

2. วิธีดำเนินงานวิจัย

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยกำหนดประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ประกอบการที่เป็นเจ้าของกิจการผลิตผลิตภัณฑ์แปรรูปมะขามที่อยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่ขึ้นบัญชีรายชื่อผู้ผลิต ผู้ประกอบการ OTOP จำนวน 27 ราย และกลุ่มตัวอย่างทำการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Positive Random Sampling) คือ ผู้ประกอบการที่อยู่ในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์และในชุมชน โดยวิธีส่งหนังสือเชิญขอความร่วมมือ ขออนุญาตเข้าสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ จำนวน 3 ราย ซึ่งผู้ประกอบการทั้ง 3 รายนี้ มีความประสงค์เข้าร่วมกิจกรรมการวิจัย เนื่องจากเป็นผู้ประกอบการรายใหญ่ที่มีการทำมะขามแช่อิ่มเป็นหลักซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชนได้

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 การสังเกต หรือร่วมสังเกต

2.2.2 การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก โดยการสัมภาษณ์ในครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากผลการศึกษาทฤษฎี และแนวคิดต่างๆ ตลอดทั้งผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งคำถามออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย ชื่อกิจการ ชื่อกลุ่ม/ชุมชน/ผู้ประกอบการ สถานที่ผลิต

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการผลิต ประกอบด้วยข้อมูลรายละเอียดของสถานประกอบการเพื่อสอบถามแหล่งกำเนิดของเสีย ได้แก่ ชนิดสินค้า ผลิตภัณฑ์แปรรูป ปริมาณที่ผลิตในแต่ละครั้ง ความถี่ในการผลิต ปริมาณวัตถุดิบหลัก และวัตถุดิบรอง เป็นต้น

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการใช้น้ำ พลังงานและการจัดการของเสีย ได้แก่ แหล่งน้ำใช้ ปริมาณการใช้น้ำโดยเฉลี่ย ปริมาณเชื้อเพลิง แหล่งพลังงาน ปริมาณการใช้พลังงานต่อการผลิต ระบบบำบัดน้ำเสีย การระบายน้ำทิ้ง และวิธีการกำจัดของเสีย

ส่วนที่ 4 ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยคำถามปลายเปิดเพื่อประเมินเรื่องการป้องกัน/ลดมลพิษ/ของเสีย

ส่วนที่ 5 ข้อมูลด้านความคิดเห็นต่อการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษ เพื่อประเมินแนวคิดของผู้ประกอบการในความรับผิดชอบต่อการลดอันตรายความเสี่ยงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ความสนใจในการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษมากน้อยเพียงใด และให้ผู้ประกอบการให้ข้อเสนอแนะอื่นๆ

2.2.3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียเบื้องต้น ได้แก่ คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ได้แก่ สี กลิ่น ค่า pH และค่า COD

3. ผลการวิจัย

3.1 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาถึงกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์มะขามเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และวิเคราะห์กระบวนการผลิตของแต่ละผลิตภัณฑ์เพื่อให้ทราบถึงการใช่วัตถุดิบหลัก วัตถุดิบรอง พลังงาน ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้น้ำในแต่ละขั้นตอนการผลิต และเพื่อให้ทราบถึงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งผลจากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตในแต่ละประเภทของผลิตภัณฑ์แปรรูป พบว่า ผลิตภัณฑ์แปรรูปมะขามแช่อิ่มมีกระบวนการผลิตที่ใช่วัตถุดิบหลักและวัตถุดิบรอง พลังงาน ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้น้ำในปริมาณมาก และยังเกิดของเสียที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในปริมาณมากอีกด้วย ซึ่งหมายถึงน้ำเสียที่มาจากกระบวนการผลิตนั่นเอง ดำเนินการคัดเลือกผู้ประกอบการเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน 3 ราย และผู้ประกอบการมีความยินดีเข้าร่วมโครงการ ได้แก่ บ้านละมัยมะขามแช่อิ่ม มะขามขิม-ขวัญ และกลุ่มแปรรูปมะขามบ้านน้ำครั่ง โดยผู้ประกอบการทั้ง 3 รายนี้ มีที่ตั้งของสถานที่ผลิตที่แตกต่างกัน การจัดการด้านของเสียที่ต่างกัน

3.2 การประเมินกระบวนการผลิตการแปรรูปมะขามแช่อิ่มเบื้องต้น

ขั้นตอนนี้ได้จากการเก็บข้อมูลการผลิต การใช้วัตถุดิบหลัก วัตถุดิบรอง พลังงาน ปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ปริมาณการใช้น้ำ ในแต่ละขั้นตอนการผลิต และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์จากผู้ประกอบการ ผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต จากการวิเคราะห์กระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม พบว่า วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการแปรรูป คือ มะขาม วัตถุดิบรองคือน้ำ น้ำตาล น้ำปูน เกลือ ส่วนพลังงานที่ใช้ คือ พืนจากไม้ ของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิต ได้แก่ ความร้อน เถ้า ควัน น้ำ จากกระบวนการผลิตน้ำเกลือที่ผ่านการแช่มะขาม น้ำปูนใส น้ำเชื่อม รกมะขามและเปลือกมะขาม ในขั้นตอนของการเติมน้ำเชื่อมผู้ผลิตไม่ได้มีการวัดความหวานของน้ำเชื่อมเมื่อมีการแช่มะขามทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด แต่ใช้วิธีการสังเกตสีของมะขามแช่อิ่มที่เปลี่ยนไปแทน หากสียังไม่เป็นสีน้ำตาลทอง ผู้ประกอบการจะเติมน้ำเชื่อมเพิ่มไปในภาชนะที่แช่มะขามเพื่อให้มะขามแช่อิ่มมีสีที่เข้มขึ้น ในขั้นตอนนี้ส่งผลให้ผู้ประกอบการมีต้นทุนการผลิตเพิ่ม ได้แก่ น้ำตาล น้ำ และพืน และเป็นการเพิ่มของเสียจากกระบวนการผลิตอีกด้วย

3.3. ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมของผู้ประกอบการ

ผลการสัมภาษณ์แบบเจาะลึก ดังนี้

1) บ้านละมัยมะขามแช่อิ่ม

สถานประกอบการไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย การระบายน้ำทิ้งระบายในทุ่งนาของผู้ประกอบการเองโดยการใช้สายยางแล้วปล่อยให้แห้งโดยธรรมชาติ การกำจัดของเสียหรือนำไปใช้ประโยชน์ เช่น รกมะขาม เปลือกมะขาม ใช้วิธีการเผา น้ำเชื่อม(น้ำเชื่อม) ที่ผ่านการแช่อิ่มแล้วจะเก็บไว้ใช้ในรอบฤดูกาลผลิตในปีต่อไปโดยใช้แช่มะขามสด 2 วันแรก แล้วจึงเปลี่ยนเป็นน้ำเชื่อมใหม่

ด้านความคิดเห็นต่อการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษ มีความสนใจในกิจกรรมป้องกันมลพิษ

ปัจจัยที่เป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้ประกอบการสนใจในการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษ ได้แก่

- ถ้าสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้
- ถ้าสามารถเพิ่มมูลค่าของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตได้



ภาพที่ 1 พื้นที่กำจัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มบ้านละมัยแช่อิ่ม

2) มะขามขิม-ขวัญ

สถานประกอบการ มีการระบายน้ำทิ้งเก็บไว้ในบ่อเกรอะที่ผู้ประกอบการสร้างไว้เพื่อเก็บน้ำที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม โดยเฉพาะ เพื่อป้องกันการส่งกลิ่นเหม็นรบกวนชุมชนข้างเคียง และจ้างบริษัทรับกำจัดสิ่งปฏิกูลมาสูบไปกำจัด การกำจัดของเสียหรือการนำไปใช้ประโยชน์นั้น ไม่มีของเสียประเภทกาก รก เปลือกมะขาม เนื่องจากรับซื้อวัตถุดิบที่พร้อมสำหรับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในส่วนองน้ำแช่อิ่ม (น้ำเชื่อม) ที่ผ่านการแช่อิ่มแล้ว ระบายไว้ในบ่อเกรอะที่ผู้ประกอบการสร้างไว้เพื่อเก็บน้ำที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มโดยเฉพาะ เพื่อป้องกันการส่งกลิ่นเหม็นรบกวนชุมชนข้างเคียง และจ้างบริษัทรับกำจัดสิ่งปฏิกูลมาสูบไปกำจัด

ความคิดเห็นต่อการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษ ไม่มีความสนใจในกิจกรรมป้องกันมลพิษ เนื่องจากพื้นที่การผลิตมีการจัดการที่ดี ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน

3) กลุ่มแปรรูปมะขามบ้านน้ำครั่ง

สถานประกอบการไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย การระบายน้ำทิ้งบางส่วนระบายในแหล่งน้ำธรรมชาติ (คลอง) น้ำที่ผ่านกระบวนการแช่อิ่มมะขามจะสูบน้ำเก็บไว้ในบ่อธรรมชาติ มีบางส่วนซึมลงสู่คลองสาธารณะบริเวณใกล้เคียง ส่วนที่เหลือจ้างบริษัทเอกชนรับกำจัดสิ่งปฏิกูลมาสูบ มีค่าใช้จ่ายครั้งละ 500 บาท การกำจัดของเสียหรือนำไปใช้ประโยชน์ เช่น รกมะขาม เปลือกมะขาม ใช้วิธีการเผา น้ำแช่อิ่ม (น้ำเชื่อม) ที่ผ่านการแช่อิ่มแล้วจะเก็บไว้ใช้ในรอบฤดูกาลผลิตในปีต่อไป โดยใช้แช่มะขามสด 2 วันแรก แล้วจึงเปลี่ยนเป็นน้ำเชื่อมใหม่

ความคิดเห็นต่อการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษ มีความสนใจในกิจกรรมป้องกันมลพิษ

ปัจจัยที่เป็นสิ่งกระตุ้นให้ผู้ประกอบการสนใจในการดำเนินกิจกรรมป้องกันมลพิษ ได้แก่

- ถ้าสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้
- ถ้าสามารถเพิ่มมูลค่าของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตได้



ภาพที่ 2 สภาพพื้นที่เก็บน้ำเสียจากกระบวนการผลิต กลุ่มแปรรูปมะขามบ้านน้ำครั่ง

3.4. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม

คุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มมีลักษณะคล้ายกับน้ำเสียที่เกิดจากบ้านเรือน ซึ่งมีความสกปรกอยู่ในรูปสารอินทรีย์เป็นหลัก โดยวิเคราะห์จากค่า COD (Chemical Oxygen Demand) ค่า COD ที่วัดได้อยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างสูง และมีค่า pH ค่อนข้างเป็นกรด (3.0-5.0) น้ำมีกลิ่นเหม็นที่รุนแรงและสีน้ำตาลเข้ม การเก็บตัวอย่างน้ำจะเก็บตัวอย่างจากจุดปล่อยน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตมะขามแช่อิ่มแล้ว และจากถังเก็บน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิตก่อนนำไปกำจัด จำนวน 3 จุด ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง 3 จุดเก็บ มีค่าที่ใกล้เคียงกัน แสดงดังตาราง

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม

พารามิเตอร์	คุณภาพน้ำจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม
ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)	3.0-5.0
ค่า COD	48,000 mg/L
ลักษณะสีของน้ำ	น้ำตาลเข้มค่อนข้างดำคล้ำ มีฟอง
กลิ่น	กลิ่นเหม็นรุนแรง

3.5 การจัดการด้านของเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม

ของเสียที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม ได้แก่ รกมะขาม เปลือกมะขาม น้ำเชื่อมที่ผ่านการแช่อิ่มแล้ว รกและเปลือกมะขามสามารถนำไปทำเป็นปุ๋ย เชื้อเพลิง [8-9] หรือเพิ่มมูลค่าได้โดยทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น สบู่ที่มีส่วนผสมของรกมะขาม เปลือกมะขามสามารถทำเป็นกระถางชีวภาพ กายาน รูป หรือเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับถ่านไม้ใช้ในกระบวนการต้มน้ำเชื่อมได้ [10] ในส่วนของน้ำเชื่อมที่ผ่านการแช่อิ่มแล้วนั้นสามารถนำไปผสมกับวัสดุอื่นจากการเกษตรเพื่อทำปุ๋ยหมักได้เนื่องจากในน้ำเชื่อมที่ผ่านการแช่อิ่มมาแล้วนั้นยังคงมีความหวานจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีและเกิดกระบวนการหมักได้ โดยการเติมสารเร่งเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยได้เร็วขึ้น หรืออีกแนวทางหนึ่งผู้ประกอบการสามารถจัดทำสำหรับเก็บน้ำเชื่อมนี้ไว้ในแทงค์หรือภาชนะปิดสนิทเพื่อรอการจำหน่ายจากผู้รับซื้อนำไปแปรรูปเป็นปุ๋ยน้ำต่อไป

3.6 การจัดการน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม

ในกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มมีปริมาณน้ำเสียค่อนข้างมาก และสถานประกอบการไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียในสถานที่ผลิต การปล่อยน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมส่งผลกระทบต่อด้านกลิ่น คุณภาพดินที่ลดลง คือ ดินมีสภาพที่มีความเป็นกรดสูง การปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทำให้น้ำเน่าเสีย ดังนั้น สถานประกอบการจึงต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการผลิตก่อนการปล่อยทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งได้เสนอแนวทางในการบำบัดน้ำเสียที่แนะนำให้กับผู้ประกอบการกลุ่มแปรรูปมะขามแช่อิ่มพิจารณาเลือกใช้เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม ระบบบ่อเกรอะ-บ่อซึม [11-12] คือ

1) ระบบบ่อเกรอะ-บ่อซึม เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีการระบายน้ำดี มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกจากผิวดินพอสมควร คืออย่างน้อยให้อยู่ต่ำกว่าความลึกที่ขุดสำหรับวางบ่อซึม ซึ่งมีความลึกสำหรับวางถังประมาณ 1.60 เมตร เนื่องจากน้ำเสียที่ผ่านบ่อเกรอะแล้วจะถูกระบายไปยังบ่อซึมและซึมลงดิน สำหรับรูปแบบของบ่อเกรอะประยุกต์ใช้เป็นวงคอนกรีต โดยขนาดถังจะพิจารณาจากปริมาณน้ำเสียในแต่ละวันซึ่งคิดเทียบจากปริมาณน้ำใช้ในแต่ละวัน บ่อซึมเป็นวงคอนกรีตขนาดมาตรฐาน 1.0 เมตร จำนวน 4 วงซ้อนกัน สำหรับจำนวนบ่อจะพิจารณาจากปริมาณน้ำเสียและสภาพพื้นดินว่าน้ำสามารถซึมผ่านได้ดีเพียงใด โดยเบื้องต้นประมาณว่าปริมาณน้ำเสีย 0-0.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ใช้บ่อซึมชนิดวงคอนกรีตตามจำนวน 1 บ่อ สำหรับปริมาณน้ำเสีย 0.5-10.0 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ใช้บ่อซึมจำนวน 2 บ่อ ซึ่งเป็นระบบที่มีราคาประหยัดและมีประสิทธิภาพในการบำบัดเบื้องต้นได้ดี

ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

น้ำเสียจากกระบวนการผลิตจะมีการแยกกากของเสียที่มีขนาดใหญ่ออกก่อนเพื่อยืดอายุการใช้งานของบ่อเกรอะ เมื่อน้ำเสียไหลเข้าสู่บ่อเกรอะกากตะกอนจะถูกบำบัดขั้นต้นด้วยการตกตะกอนและจะมีจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจนบางส่วนช่วยทำหน้าที่บำบัดความสกปรกในบ่อ บ่อเกรอะสามารถเก็บกักน้ำได้ประมาณ 1 วัน จากนั้นน้ำส่วนบนจะไหลไปยังบ่อซึม ซึ่งออกแบบเป็นวงคอนกรีตเจาะรูและมีอิฐหักอยู่ด้านล่างให้น้ำซึมผ่าน

การดูแลและบำรุงรักษา เมื่อใช้บ่อเกรอะได้ในระยะเวลาหนึ่งแล้วควรเปิดดูปริมาณตะกอน หากมีการสะสมของตะกอนอยู่มากควรสูบน้ำออกนอกไปกำจัดเพื่อเพิ่มปริมาตรบ่อเกรอะให้มีความใกล้เคียงกับปริมาตรเดิม สำหรับบ่อซึมควรต้องมีการตรวจสอบการอุดตันของท่อและภายในบ่อ

2) บ่อเกรอะ สำหรับพื้นที่ที่มีการระบายน้ำยากหรือมีระดับน้ำใต้ดินสูง อาจพิจารณาเลือกแนวทางในการจัดสร้างบ่อเกรอะโดยเลือกการระบายน้ำทิ้งที่ผ่านบ่อเกรอะลงแหล่งน้ำใกล้เคียง หรือท่อระบายน้ำสาธารณะ ระบบนี้ไม่ต้องมีบ่อซึม สำหรับการระบายน้ำทิ้งลงแหล่งน้ำสาธารณะควรเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียโดยการใส่ตัวกลาง (media) เพื่อให้จุลินทรีย์สามารถยึดเกาะได้ในถังกรองไร้อากาศ ช่วยบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีขึ้น ตัวกลางที่เลือกใส่อาจใช้เป็นหิน กรวด หรือตัวกลางพลาสติก หากใช้ตัวกลางพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาจะช่วยให้ประหยัดโครงสร้างที่รับแรง แต่มีราคาแพงกว่า จำนวนถังกรองไร้อากาศที่เลือกใช้จะพิจารณาจากปริมาณน้ำเสียคล้ายกับบ่อเกรอะ

การดูแลและบำรุงรักษา การบำรุงรักษาถังกรองไร้อากาศมีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก คือ การตรวจสอบการอุดตันของท่อและตะกอนในถัง หากพบว่ามีมีการสะสมของตะกอนมากจะต้องขูดลอกทำความสะอาด แต่ไม่ต้องทำความสะอาดบ่อย เพราะจะทำให้จุลินทรีย์เกาะอยู่ที่ตัวกลางหลุดทิ้งไปด้วย การทำความสะอาดทำเพียงเพื่อป้องกันการอุดตันในท่อน้ำเข้า-ออก จึงทำความสะอาดเป็นระยะก็เพียงพอ

4. สรุปและอภิปรายผล

จากการดำเนินงานวิจัย สามารถสรุปแนวทางการจัดการของเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มที่เหมาะสมสำหรับผู้ประกอบการทั้ง 3 ราย ดังนี้

1) ด้านการจัดการของเสียที่เกิดจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม มุ่งเน้นการนำไปใช้ประโยชน์หรือเพิ่มมูลค่าโดยทำเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการกำจัดของเสีย อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับผู้ประกอบการอีกทางหนึ่ง

2) ด้านการจัดการน้ำเสีย แนวทางในการบำบัดน้ำเสียที่แนะนำให้กับผู้ประกอบการกลุ่มแปรรูปมะขามแช่อิ่มพิจารณาเลือกใช้เพื่อทำการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตการแปรรูปมะขามแช่อิ่ม คือ ระบบบ่อเกรอะ-บ่อซึม โดยแนวทางการเลือกระบบบำบัดจะพิจารณาเลือกจากสภาพพื้นที่ของสถานที่ผลิต เพื่อให้การบำบัดน้ำเสียเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการบำบัดน้ำเสีย และเป็นระบบที่มีราคาประหยัด ง่ายต่อการบำรุงรักษาและมีประสิทธิภาพที่ดี ช่วยลดปัญหาด้านน้ำเสียให้กับชุมชนโดยรอบได้

5. ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงการวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1) จากการลงพื้นที่ดำเนินงานวิจัยในขั้นตอนการสำรวจพื้นที่ พบว่า ยังมีผู้ประกอบการรายย่อยที่ดำเนินกิจกรรมการผลิตมะขามแช่อิ่มอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งในช่วงของฤดูกาลการผลิตจะมีการปล่อยน้ำเสียออกสู่สิ่งแวดล้อมในปริมาณมาก ทำให้เกิดน้ำเน่าเสียและส่งกลิ่นเหม็น จนมีการร้องเรียนจากผู้อยู่อาศัยในชุมชน ดังนั้น ผู้บริหารท้องถิ่นควรนำแนวทางการจัดการน้ำเสียจากกระบวนการแปรรูปมะขามแช่อิ่มถ่ายทอดสู่ชุมชน เพื่อสร้างความตระหนักในการจัดการสิ่งแวดล้อมและลดผลกระทบด้านน้ำเสียภายในชุมชน

2) ผู้บริหารระดับท้องถิ่นควรผลักดันให้เกิดเป็นนโยบาย หรือกำหนดมาตรการ เพื่อการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในท้องถิ่นของตนเอง

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณผู้ประกอบการกลุ่มแปรรูปมะขามแช่อิ่ม บ้านละมัยมะขามแช่อิ่ม มะขามขิม-ขวัญ และกลุ่มแปรรูปมะขามบ้านน้ำครั่ง ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและสถานที่ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี พ.ศ. 2561-2580 (ฉบับประกาศราชกิจจานุเบกษา), สำนักงานเลขาธิการของกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ, สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2562.
- [2] กรมทรัพยากรทางปัญญา กระทรวงพาณิชย์, สินค้าสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทย (GI THAILAND), พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัทอนป่า จำกัด, 2562
- [3] พิรพล สุธงษา. (3 ธันวาคม 2562). ข้อมูลการผลิตมะขามหวานจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2563. สืบค้นจาก <http://www.phetchabun.doae.go.th/wp-content/uploads/2020/05/มะขามหวานแลลงขาว63.pdf>.
- [4] อรุณี นุสิทธิ์, “การวิเคราะห์ต้นทุนและโครงสร้างต้นทุนการแปรรูปมะขามของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มมะขามแปรรูป ไร่บุญคง ตำบลวังชมพู อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์,” วารสารวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, ปีที่ 1, ฉบับที่ 2 : หน้า 31-40, 2562.
- [5] สมพงษ์ สุขเขตต์, “วิจัยและพัฒนามะขามเปรี้ยว ระยะที่ 2,” รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, กรมวิชาการเกษตร, 2562.
- [6] ศรีนคร แก้วบ้านดอน, “แผนธุรกิจเรื่องการผลิตมะขามเปรี้ยวพันธุ์ยักษ์ด้วยกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต กรณีศึกษาโครงการสวนเกษตรเลาขวัญ เมาน์เทน วิว,” สารนิพนธ์ปริญญาการจัดการมหาบัณฑิต วิทยาลัยการจัดการมหาวิทยาลัยมหิดล, 2561.
- [7] ควบคุมมลพิษ, กรม, คู่มือการป้องกันมลพิษสำหรับผลิตภัณฑ์ชุมชนประเภทผลไม้แปรรูป, กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ, 2548.
- [8] อมลนัฐ ฉัตรตระกูล, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์พายหมักจากวัสดุเหลือใช้ของมะขาม,” รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, 2558.
- [9] หทัยนุช จันทร์ชัยภูมิ, (2561). “ถ่านอัดแท่งจากเปลือกมะขาม,” การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 3, อุบลราชธานี, พฤษภาคม 2561, หน้า 288-296.
- [10] ศิวาล แฉ่มจรัส, “ศึกษาผลของวัสดุปลูกจากปุ๋ยหมักจากเปลือกฝักรวมต่อการเจริญเติบโตของดาวเรือง,” การประชุมสัมมนา วิชาการและนำเสนอ ผลงานวิจัยระดับชาติเครือข่ายบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16 และการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3, เพชรบูรณ์, กรกฎาคม 2559, หน้า 1588-1596.
- [11] เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, การบำบัดน้ำเสีย, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สยามสเคชั่นเนอรี่ซัพพลายส์, 2542.
- [12] ควบคุมมลพิษ, กรม, คู่มือวิชาการระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน เล่มที่ 1, กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ, 2546.