



วารสารวิจัย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2559)

ISSN : 2465-4507

Science and Technology Research Journal Nakhon Ratchasima Rajabhat University

Vol. 1 No.2 (July - December 2016)

01
LEARN

02
EXPLORE

03
THINK

04
COMMUNICATE

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา





วารสารวิจัย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2559)

ISSN : 2465-4507

Science and Technology Research Journal Nakhon Ratchasima Rajabhat University

Vol. 1 No.2 (July - December 2016)

01
LEARN

02
EXPLORE

03
THINK

04
COMMUNICATE

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

วัตถุประสงค์

เพื่อเป็นสื่อกลางการถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยี และ การวิจัย
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระตุ้นการวิจัยและการพัฒนา การเรียนการ
สอนเพื่อเพิ่มจำนวนผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิทยาศาสตร์ และเป็นสื่อกลางในการ
ติดต่อสื่อสารระหว่างนักวิทยาศาสตร์

กำหนดออก ปีละ 2 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - กรกฎาคม

ฉบับที่ 2 เดือนสิงหาคม - ธันวาคม

สถานที่ติดต่อ

งานวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สำนักงานคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาคารปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้น 2
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถนนสุรนารายณ์
ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-009-009 ต่อ 3295 , 3222 , 3260
โทรศัพท์/โทรสาร 044-272-939
E-mail : scijournal@nrru.ac.th suwichak.p@nrru.ac.th
Website : http://www.sciencetech.nrru.ac.th

ที่ปรึกษา

รศ.ดร.วิเชียร ฝอยพิกุล
อธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผศ.รุจิรา อุพานิช
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ดร.ดวงธิดา โคตรโยธา
คณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

บรรณาธิการ

ผศ.ดร.วาสนา ภาณุรักษ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

รองบรรณาธิการ

ผศ.ดร.บุปผชาติ ต่อบุญสูง มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ฝ่ายจัดการวารสาร

นายสุวิจักขณ์ ปริกกระโทก
นางสาวนวรรณ ถกจิตรัส
นางสาวพิชานันท์ ศรีหมื่นไวย

กองบรรณาธิการ

ศ.(กิตติคุณ) อารัง เปรมปรีดิ์
ศ.ดร.ประนอม จันทรโนทัย
ศ.ดร.บังอร ศรีพานิชกุลชัย
ศ.ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ
ศ.ดร.สุสันต์ หอพิบูลสุข
รศ.ดร.นฤมล แสงประดับ
รศ.ดร.สมจิตร อาจอินทร์
ผศ.ดร.รัชดาภรณ์ เบญจวัฒนานนท์
รศ.ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ
รศ.ดร.พรณิภา ณ เชียงใหม่
รศ.ดร.วิชัยพร สุขสมบัติ
รศ.ดร.นิตยา เกิดประสพ
รศ.ดร.กิตติศักดิ์ เกิดประสพ
รศ.ดร.ทัศนีย์ เสาวณะ
รศ.ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง
รศ.ดร.กรกช อินทรพิเชฐ
รศ.ดร.พีระพงษ์ อุทธาสกุล
รศ.ดร.วัฒนวงศ์ รัตนวราห์
ผศ.ดร.เขมวิทย์ จันตะมา
ผศ.ดร.ปราโมทย์ พงษ์คำ
ผศ.ดร.รัชฎาพร อุณศิริไวย
ผศ.ดร.จิตรา สิงห์ทอง
ผศ.ดร.ชิตชล ผลารักษ์
รศ.ยุทธนา สมิตะสิริ
ผศ.ดร.ญาณิศา ละอองอุทัย
ผศ.ดร.นพดล ตั้งสกุล
ผศ.ดร.ชจิตพรหม กฤตพลวิมาน
ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข

ผศ.ดร.เฉลิมพล เยื้องกลาง
ดร.จารุพงษ์ บรรเทา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

รศ.กมลทิพย์ กลิการ
รศ.ดร.ณภัทร น้อยน้ำใส
รศ.ดร.ไทยปัญญา จันทุม
รศ.สุกัญญา กล่อมจ่อหอ
ผศ.ดร.นิรันดร์ คงฤทธิ์
ผศ.ดร.แสงเพชร พระฉาย
ดร.จิณณวัตร มานะเสถียร
ดร.วราวุธ ธนะมูล
ดร.ณพฐ์ โสภีพันธ์
ดร.จิรวรรณ อุณเมตตาอารี
ดร.สายฝน อาชนะชัย คอห์นฮอร์สต์
ดร.อาภา สอนเสาวภาคย์
ดร.อ่อนลณี กมลอินทร์
อาจารย์เจษฎา ทิพย์สุขศรี
อาจารย์สุสรรรค์ ดันสิริ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยบูรพา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยี
ชีวภาพแห่งชาติ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รศ.สุพรรณิ ภูงาม
รศ.ดร.ธนิศา ผาติเสนะ
รศ.วัฒนาภรณ์ โชครัตนชัย
ผศ.ดร.สายสุนีย์ จัปโจร
ผศ.ดร.ธราพงษ์ เพ็ชรประยูร
ดร.บุษราคัม ป้อมทอง
ดร.ศิวพร พงษ์คำ
ดร.หฤทัยลักษณ์ วิริยะ
ดร.อังคณา ซาติก้อน
ดร.วัชรพงษ์ วงศ์เขียว
สพ.ญ.ดร.แคทรียา สุวรรณ
ดร.ทองทิพย์ สละวงศ์ลักษณ์
ดร.วรทัย เดชตานนท์
อาจารย์เอนก ศรีสุวรรณ



บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2559) ได้จัดทำขึ้น โดยหน่วยวิจัยและบริการวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เป็นวารสารทางวิชาการ ซึ่งบทความวิจัยทุกเรื่องจะได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งจากภายในและภายนอก มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา วารสารนี้รับผลงานทางวิชาการที่เป็นต้นฉบับ ในรูปแบบบทความวิจัย บทความวิจัยสื่อสารอย่างสั้น และบทความวิชาการปริทรรศน์ สามารถเลือกส่งได้ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ เพื่อเผยแพร่ผลงานวิชาการที่มีคุณค่าแก่ผู้ที่สนใจทั่วไป เป็นสื่อกลางรายงานความก้าวหน้าในการวิจัย และเป็นการแลกเปลี่ยนแนวความคิดในการวิจัย โดยวารสารเคร่งครัดในเรื่องผลงานวิชาการที่เป็นต้นฉบับ และไม่ใช้ผลงานที่คัดลอก วารสารมีกำหนดออกปีละ 2 ฉบับ เป็นรายหกเดือน (มกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม-ธันวาคม) โดยมีการเผยแพร่ออนไลน์ (journal online) ในรูปวารสารทางอิเล็กทรอนิกส์ และมีการเผยแพร่ในรูปแบบเล่มสำหรับจัดส่งให้ห้องสมุดหรือหน่วยงานอื่นที่สนใจ มีขอบเขตบทความวิจัยที่สามารถลงตีพิมพ์ได้ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ
2. วิทยาศาสตร์สุขภาพ
3. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. วิทยาศาสตร์เพื่อสังคมและชุมชน

ในการตีพิมพ์ฉบับนี้กองบรรณาธิการได้พิจารณาบทความที่ได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งจากภายในและภายนอก ลงตีพิมพ์เผยแพร่จำนวน 8 บทความ ในการนี้กองบรรณาธิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขอเชิญชวนนักวิจัย นักวิชาการ นิสิต นักศึกษา เครือข่ายหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องรวมถึงภาคเอกชน ภาคประชาสังคม ส่งบทความที่ดี ๆ มีประโยชน์เผยแพร่ต่อสาธารณชนในการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งทางวิชาการ และการพัฒนาต่าง ๆ ต่อไป และหากท่านใดประสงค์ที่จะสมัครเป็นสมาชิก สามารถสมัครได้ตามระเบียบการตีพิมพ์แนบท้ายวารสารนี้

วพท วทวช

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วาสนา ภาณุรักษ์)

บรรณาธิการ

สารบัญ

เปรียบเทียบการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัดบริเวณจังหวัดพัทลุง ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่ายและการถดถอยโลจิสติก A comparison of encroachment factor analysis at banthad wildlife sanctuary, phatthalung province through the use of simple additive weighting and logistic regression อภิรดี สรวีสูตร, วินัย ปานหวาน, อาคม โสวนา และดำรง เสียมใหม่	1
การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว Screening of waste lubricating oil-degrading microorganisms วิชุดา กล้าเวช Wichuda Klaweck	12
การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีแบบ 3 มิติ ด้วยเทคนิคโฮโลแกรม A development public relations media of Ubon Ratchathani Rajabhat University 3D with hologram วนษา ลินจิ่งหรีด Vanasa Sinchangreed	17
การศึกษาการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสัตว์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ Study on using of Malva nut as a fat substitute in frankfurter sausage ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ Bhutharit Vittayaphattananurak Raksasiri	24
อุบัติการณ์และความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อกลุ่ม Staphylococci ที่แยกได้จากสัตว์เลี้ยง ในจังหวัดนครราชสีมา Prevalence and antimicrobial susceptibility of staphylococci isolated from companion animals in Nakorn-Ratchasima Province มณฑล วิสุทธิ และ กัญญฉิมณ บัญญัติพัฒนไชย	29
การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท Development of low fat sterilized milk supplemented with whey protein hydrolysate วิศรุท มิลจันทิก, ชิตณรงค์ ภาพินนา, นันทวุฒิ แสนคุ้มทอง, ชมกฤษ ฮ่องลา, สุมาลี มุลิกา และกัญนาง ตะมะราย	37
การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่และการใช้ประโยชน์จากหม่อนผลสด ในจังหวัดนครราชสีมาด้วยระบบภูมิสารสนเทศ Land suitability analysis for and utilization of fresh mulberry in Nakhon Ratchasima Province using geographic information system โกวิท มนก, ณัฏพล จำปาชัยศรี, สุทธิรักษ์ มานะงาน และวาสนา ภาณุรักษ์ Kowit Monka, Nutchaphon Jumpachaisri, Suttiruk Manangan and Wassana Phanurak	45
การศึกษาสมรรถนะของการผลิตไฟฟ้าของปล่องลมแดดจากวัสดุต้นทุนต่ำ A performance study of electricity solar chimney by low cost materials พงษ์ศักดิ์ จิตตบุตร, อีรพงษ์ สิงห์สกล และบำรุง บุญลอย	55

เปรียบเทียบการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุก
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัดบริเวณจังหวัดพัทลุง
ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่ายและการถดถอยโลจิสติก

A comparison of encroachment factor analysis
at banthad wildlife sanctuary, phatthalung province
through the use of simple additive weighting
and logistic regression

อภิรดี สรวิสูตร* วินัย ปานหวาน อาคม โสภณา และดำรง เสียมไหม

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัดด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่ายและการถดถอยโลจิสติก ซึ่งการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่ายมีการนำปัจจัยทั้งหมด 5 ปัจจัยประกอบด้วย ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะห่างจากทางน้ำ ระยะห่างจากหมู่บ้าน ความสูงจากระดับน้ำทะเล และความลาดชัน จากนั้นนำปัจจัยทั้งหมดมาหาค่าน้ำหนักของชั้นข้อมูลในแต่ละปัจจัยจากสัดส่วนของการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ โดยผลการศึกษาที่ได้มีพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าในระดับมากที่สุด 113.78 ตารางกิโลเมตร ในบริเวณนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า พื้นที่ในตำบลบ้านนา และตำบลหนองธง ส่วนการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติกได้นำปัจจัยทั้ง 5 มาเป็นตัวแปรอิสระ (X) และมีการจำแนกข้อมูลระยะไกลในปี พ.ศ. 2545 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2558 เพื่อหาพื้นที่บุกรุกและนำมาใช้เป็นตัวแปรตาม (Y) ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 มีเพียง 2 ปัจจัยคือ ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมและความลาดชัน ส่วนพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการบุกรุกในระดับมากที่สุดมีเพียง 76.02 ตารางกิโลเมตรในบริเวณนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และตำบลหนองธง จากการเปรียบเทียบวิธีการทั้งสองพบว่าขั้นตอนที่สำคัญสำหรับวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่ายคือการกำหนดปัจจัยที่นำมาใช้ และการหาค่าน้ำหนักของปัจจัย ส่วนขั้นตอนที่สำคัญของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกคือ จำนวนตัวอย่างและกลุ่มตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการสร้างสมการ ส่วนผลการศึกษาทั้งสองวิธีสามารถบอกระดับความเสี่ยงของการบุกรุกในเชิงพื้นที่ได้ แต่ผลการศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกจะสามารถบอกได้ว่าปัจจัยที่นำมาใช้ในการศึกษาปัจจัยใดส่งผลต่อการบุกรุกอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: ปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกการถ่วงน้ำหนักแบบง่ายการถดถอยโลจิสติก

* ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
E-mail : sapirade@gmail.com

Abstract

This study was conducted to compare encroachment factor analysis at Banthad wildlife sanctuary through the use of simple additive weighting and logistic regression methods.

Five factors included in the analysis with simple additive weighting were distance from road, distance from river, distance from village, elevation and slope. Ratio of encroachment forest was used to weigh each factor. The finding revealed the highest risk level at 113.78 square kilometers in the outer area of the wildlife sanctuary, Tambon Ban Na and Tambon Nong Thong. Regarding logistic regression method, five factors were employed as independent variables (X). Remote sensing data in 2002 were classified and compared with those in 2015 for encroachment forest area information which was used as dependent variable (Y). Based on the finding, distance from road and slope were two factors affecting encroachment forest at a significant level of .05. The highest risk level was only 76.02 square kilometers out of wildlife sanctuary area and Tambon Nong Thong. The comparative analysis of the two methods showed that defining factors and setting factor weighting were important steps of simple additive weighting method, while samples and sample number were vital in logistic regression method. Both methods could be used to define encroachment risk level. However, factors significantly affecting the encroachment were revealed through logistic regression.

Keywords: Encroachment Factor Analysis, Simple Additive Weighting, Logistic Regression, Banthad Wildlife Sanctuary

บทนำ

ป่าไม้เป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าต่อเศรษฐกิจ สังคมและสภาวะแวดล้อม ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม้จึงส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสภาพภูมิอากาศทั้งในระดับประเทศและระดับภูมิภาค ซึ่งจากข้อมูลสถิติของกรมป่าไม้ในปี พ.ศ. 2558 พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ 102,240,981.88 ไร่ หรือ 163,585.57 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 31.6 ของพื้นที่ประเทศไทยเท่านั้น (กรมป่าไม้, 2558)

พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด เป็นพื้นที่หนึ่งที่มีการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ประเภทอื่น เช่น การสร้างและขยายถนนเพชรเกษม ทางหลวงหมายเลข 4 (พัทลุง-ตรัง) การสร้างเป็นสถานที่ฝึกอบรมของกองทัพ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2549) นอกจากการบุกรุกจากหน่วยงานของรัฐบาลแล้ว พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัดยังถูกบุกรุกจากประชาชนในพื้นที่ เพื่อนำมาใช้ในการเกษตร เช่น การทำสวนยางพารา และการทำสวนผสม ซึ่งในปัจจุบันวิธีการดำเนินการดูแลรักษาป่าของเจ้าหน้าที่อาจไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการต่างๆ เข้ามาช่วยประกอบเพื่อช่วยให้เจ้าหน้าที่ดูแลและวางแผนจัดการพื้นที่ได้รวดเร็วขึ้น การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ศึกษาจึงเข้ามามีบทบาทต่อการรักษาเรื่องป่าไม้เพิ่มขึ้น

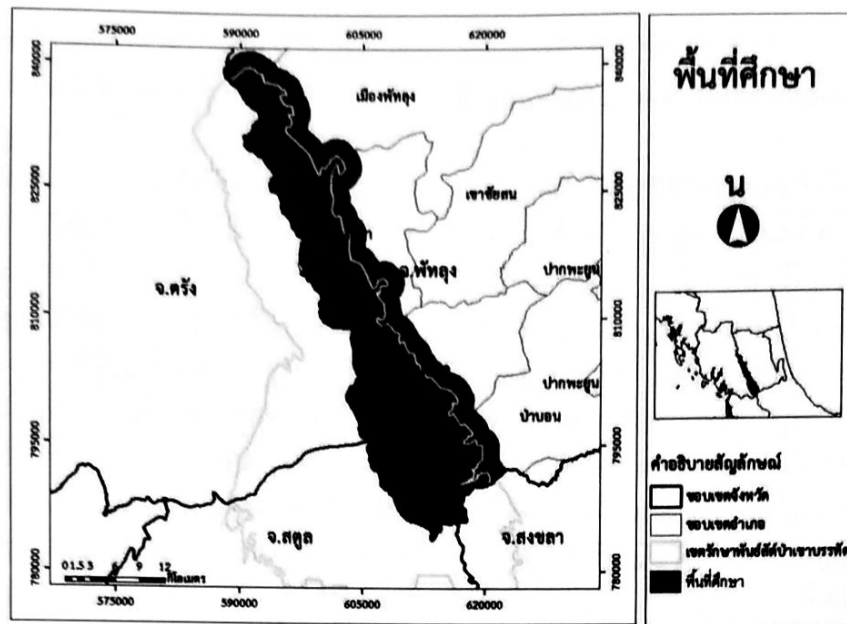
ปัจจุบันวิธีการที่จะศึกษาพื้นที่บุกรุกป่าไม้ หรือ การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้มีหลากหลายวิธีมาก แต่วิธีที่นิยมคือการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย และการถดถอยโลจิสติก ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะนำวิธีการทั้งสองวิธีมาใช้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ เพื่อเปรียบเทียบขั้นตอนการวิเคราะห์ตั้งแต่เริ่มเตรียมข้อมูลจนถึงผลการศึกษาที่ได้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจของผู้ที่จะนำไปวิเคราะห์ในพื้นที่อื่นๆ หรือประเด็นอื่นๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์

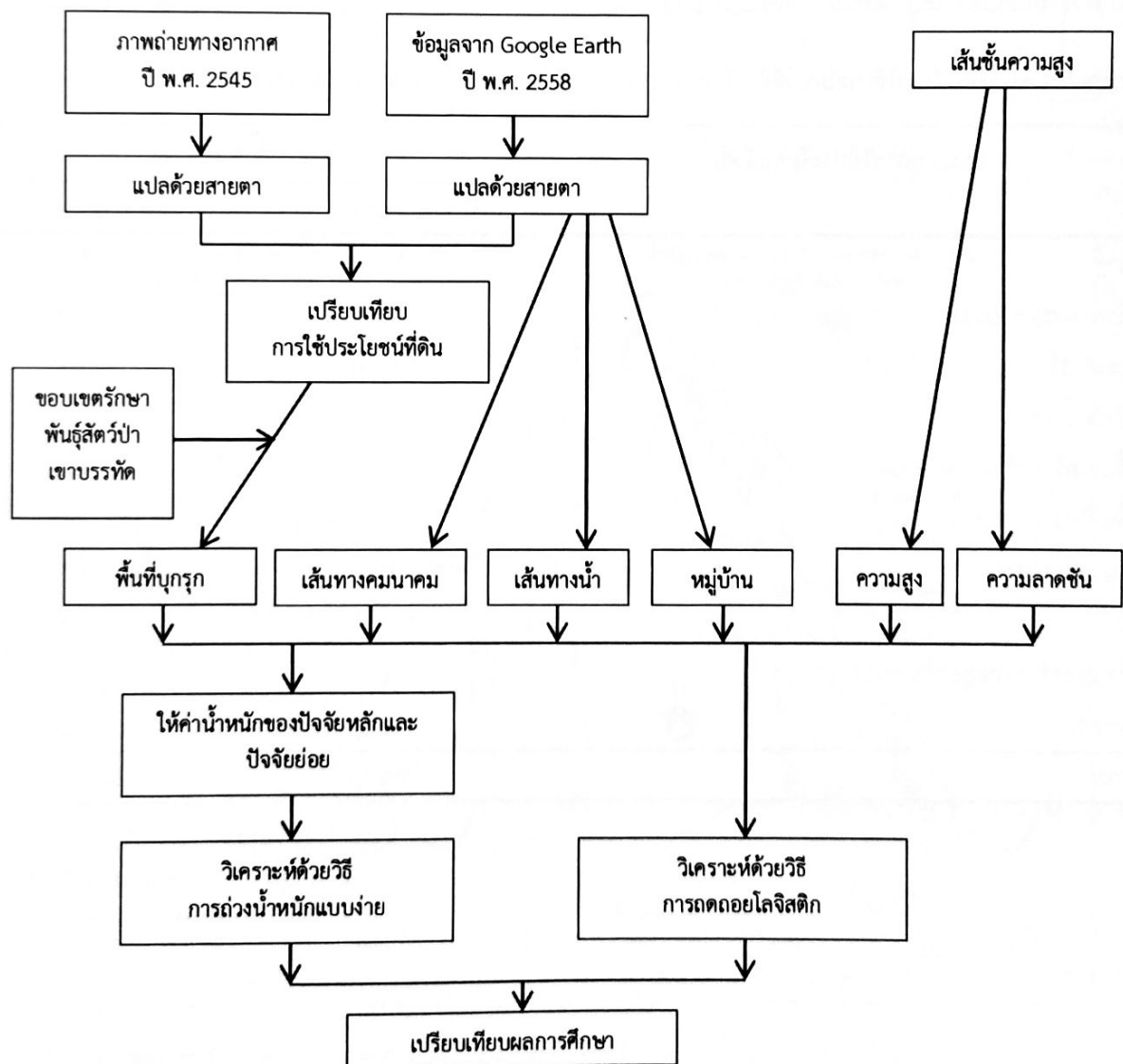
เพื่อเปรียบเทียบวิธีการและผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัดระหว่างวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่ายและการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก

พื้นที่ศึกษา

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัดและระยะกั้นชน 2 กิโลเมตรบริเวณจังหวัดพัทลุง



แผนที่ 1 พื้นที่ศึกษา



ผังขั้นตอนการศึกษา

ผลการศึกษา

1. การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2545 และ ปี พ.ศ. 2558

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดการใช้ที่ดินไว้ 10 ประเภท คือ นาข้าว พืชผลผสม/สวนผสม ยางพารา ปาล์มน้ำมัน พื้นที่เตรียมเพื่อการทำเกษตร พื้นที่โล่ง/ทุ่งหญ้า สนาบกิฬา ป่าไม้ สิ่งปลูกสร้าง และแหล่งน้ำ โดยข้อมูลที่ใช้เข้ามาแปลการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2545 คือภาพถ่ายทางอากาศ ส่วนในปี พ.ศ. 2558 คือข้อมูลดาวเทียมที่นำมาจากดาวเทียมโพลดจาก Google Earth จากนั้นนำภาพทั้งสองช่วงเวลามาปรับแก้เชิงเรขาคณิต และแปลภาพทั้งสองช่วงเวลาด้วยสายตา ซึ่งมีผลการแปลการใช้ประโยชน์ที่ดินดังตารางที่ 1 และแผนที่ 2

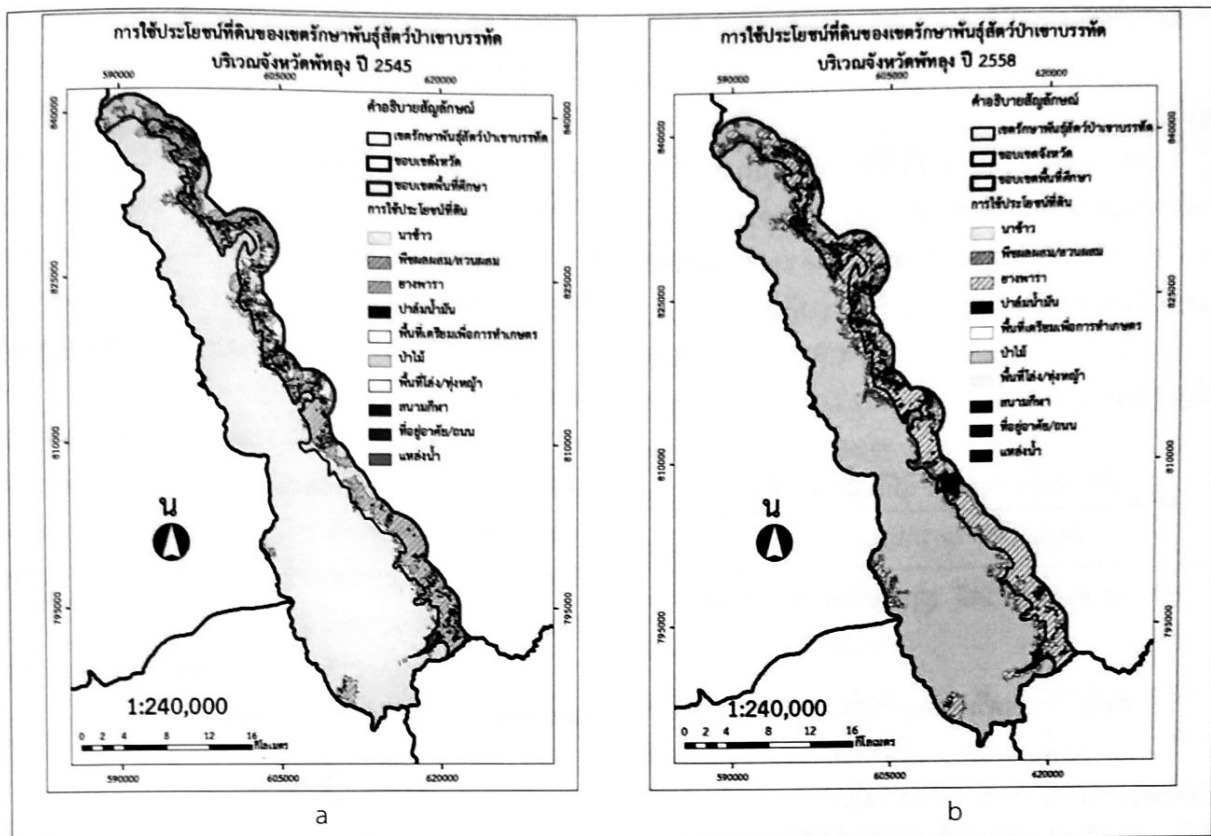
ผลจากการแปลการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่า บริเวณพื้นที่ติดกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกยางพารา โดยในปี พ.ศ. 2558 พบว่ามีพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นประมาณ 40 ตารางกิโลเมตร โดยเปลี่ยนมาจากพื้นที่ป่าไม้เดิมประมาณ

30 ตารางกิโลเมตร และมาจากพื้นที่เกษตรประเภทอื่นอีกประมาณ 10 ตารางกิโลเมตร ซึ่งพื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่อยู่ในเขตรักษาพันธุ์ สัตว์ป่า นอกจากนี้ยังมีการใช้ประโยชน์ที่ดินอีกประเภทหนึ่งที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดคือแหล่งน้ำบริเวณตรงกลางด้านขวาของพื้นที่ศึกษาคือ อ่างเก็บน้ำคลองหัวช้าง ตั้งอยู่หมู่ที่ 2 บ้านหัวช้างและหมู่ที่ 5 บ้านคลองนัย ต.ตะโหมด อ.ตะโหมด จ.พัทลุง ซึ่งอ่างเก็บน้ำแห่งนี้มีระยะเวลาในการก่อสร้างตั้งแต่ปี 2548-2554 มีพื้นที่ผิวน้ำที่ระดับเก็บกักประมาณ 2,750 ไร่ หรือ 4.4 ตารางกิโลเมตร (กรมชลประทาน, 2559)

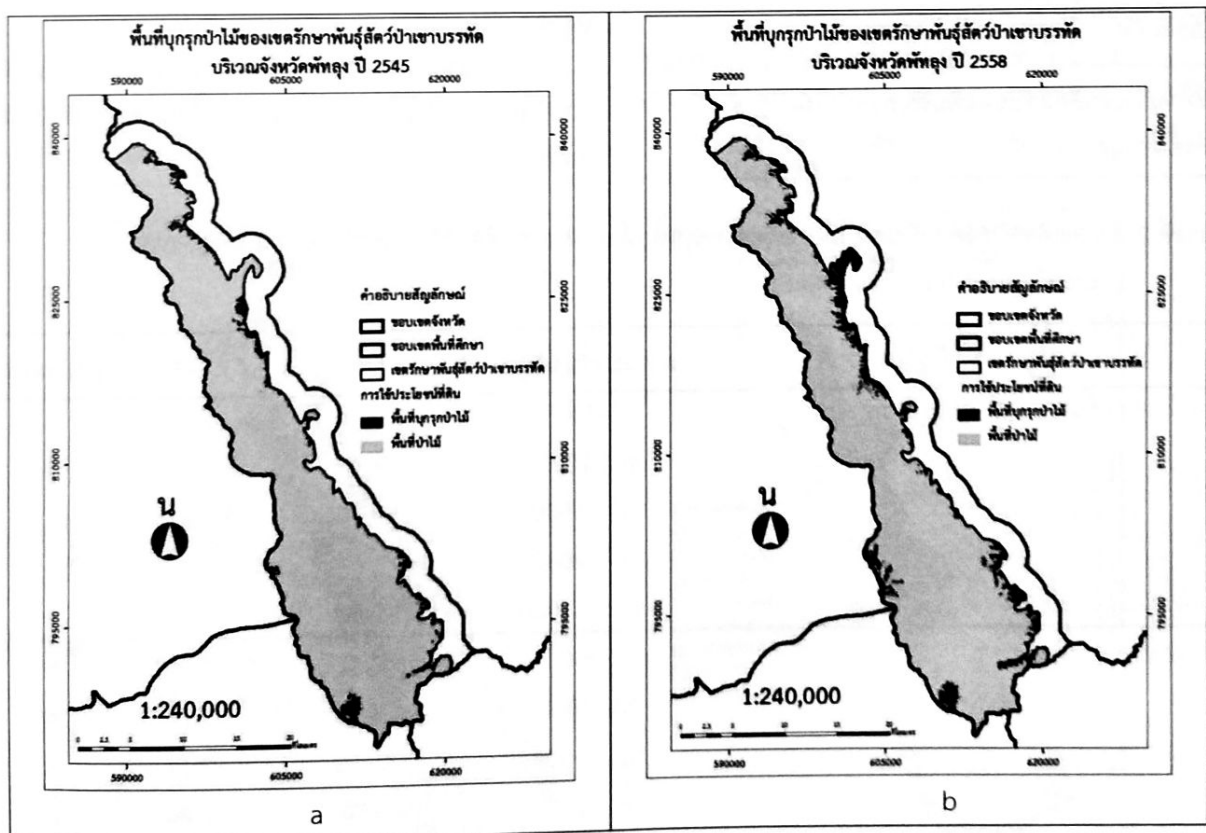
จากการนำผลจากการแปลการใช้ประโยชน์ที่ดินของทั้งสองปีมาซ้อนทับกับขอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า พบว่า ในปี พ.ศ. 2545 มีการบุกรุกพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า 18.18 ตารางกิโลเมตร (แผนที่ 3a) และมีพื้นที่บุกรุกพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเพิ่มขึ้นเป็น 37.36 ตารางกิโลเมตรในปี พ.ศ. 2558 (แผนที่ 3b)

ตารางที่ 1 ขนาดพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2558 ที่ได้จากการแปลด้วยสายตา

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	
	ปี พ.ศ. 2545	ปี พ.ศ. 2558
นาข้าว	10.24	2.18
พืชผลผสม/สวนผสม	21.56	16.38
ยางพารา	100.00	140.46
ปาล์มน้ำมัน	0.52	1.38
พื้นที่เตรียมเพื่อการทำเกษตร	0.34	0.17
พื้นที่โล่ง/ทุ่งหญ้า	1.36	1.94
สนาบกิฬา	0.22	0.22
ป่าไม้	451.41	417.64
สิ่งปลูกสร้าง (ที่อยู่อาศัย ถนน)	1.76	3.14
แหล่งน้ำ	1.36	5.26
รวม	588.77	588.77



แผนที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากการแปลข้อมูลดาวเทียม ปี พ.ศ. 2545 และ ปี พ.ศ. 2558 ด้วยสายตา



แผนที่ 3 พื้นที่บุกรุกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าในปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2558

2. การวิเคราะห์ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย

ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย เริ่มจาก

1. การเตรียมปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย 5 ปัจจัยคือ ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะห่างจากทางน้ำ ระยะห่างจากชุมชน ความสูงจากระดับน้ำทะเล และความลาดชัน โดยแต่ละปัจจัยได้มีการแบ่งชั้นข้อมูลดังตารางที่ 2

2. คำนวณ Encroachment Risk Factor (ERF) โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$ERF = \frac{\text{สัดส่วนพื้นที่บุกรุกป่าไม้ในแต่ละระดับ}}{\text{สัดส่วนพื้นที่บุกรุกป่าไม้ทั้งหมด}} \times 10$$

(ภัทรพร พิมติและ รัศมี สุวรรณวิระกัธ, 2554)

ดังนั้นวิธีการเตรียมข้อมูลในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย

1. หาพื้นที่บุกรุกป่าไม้ทั้งหมด ซึ่งมาจากการแปลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2558 จากนั้นนำขอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่ามาซ้อนทับเพื่อคำนวณพื้นที่บุกรุกป่าไม้

2. นำพื้นที่บุกรุกป่าไม้ มาคำนวณร่วมกับพื้นที่ป่าไม้ เพื่อคำนวณสัดส่วนพื้นที่บุกรุกป่าไม้ทั้งหมดคำนวณพื้นที่แต่ละชั้นข้อมูลของแต่ละปัจจัย (ตารางที่ 2)

3. นำพื้นที่บุกรุกป่าไม้มาซ้อนทับกับปัจจัยแต่ละด้าน และคำนวณหาสัดส่วนของพื้นที่บุกรุกป่าไม้เทียบกับพื้นที่ในแต่ละชั้นข้อมูล

4. นำผลการคำนวณที่ได้จากข้อ 4 มาคูณ 10 จะได้ Encroachment Risk Factor (ERF) (ตารางที่ 2) ผลการคำนวณ Encroachment Risk Factor (ERF) จะเป็นสัดส่วนของการบุกรุกในแต่ละชั้นข้อมูลของแต่ละปัจจัยเช่น ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมในระยะ 400-1000 เมตรมีค่ามากที่สุดคือ 3.64 แสดงว่า ถ้าเทียบพื้นที่เดิม 10 จะมีการบุกรุกของพื้นที่ป่าไม้อยู่ในชั้นข้อมูลนี้ 3.64 โดยค่าของ Encroachment Risk Factor (ERF) ในแต่ละชั้นข้อมูลของแต่ละปัจจัยเมื่อนำมารวมกันจะมีค่าเท่ากับ 10

5. หลังจากคำนวณ Encroachment Risk Factor (ERF) แล้วจะนำค่าที่ได้ของแต่ละชั้นข้อมูลมาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย โดยค่าที่มากที่สุดจะให้ค่า 5 คะแนน น้อยที่สุดให้ 1 คะแนน ซึ่งค่าคะแนนเหล่านี้จะนำมาใช้ในการเป็นค่าน้ำหนักของแต่ละชั้นข้อมูล (ตารางที่ 2)

จากนั้นนำปัจจัยทั้ง 5 มาซ้อนทับกันด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย โดยใช้สมการดังนี้

$$S = \sum W_i X_{ij}$$

ที่ S คือผลรวมคะแนนทั้งหมด

W_i คือค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

X_{ij} คือค่าคะแนนของปัจจัยที่ i ในข้อมูลคุณลักษณะที่ j (Malzewski, 1999)

นำผลที่ได้จากการคำนวณแบ่งเป็น 5 ระดับคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด (ตารางที่ 3 และแผนที่ 4)

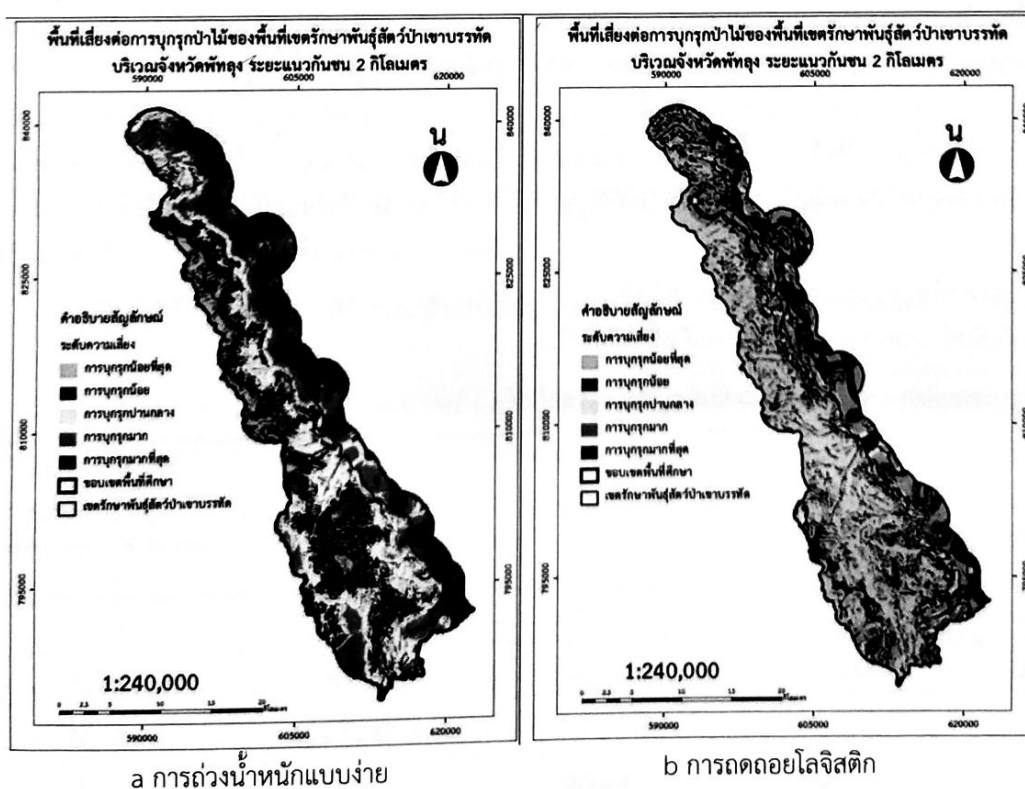
ตารางที่ 2 รายละเอียดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์การบุกรุกพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัดและผลการคำนวณ Encroachment Risk Factor (ERF)

ปัจจัย	การแบ่งชั้นข้อมูล	พื้นที่ (ตร.กม.)	ERF	ค่าน้ำหนัก
ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม (เมตร)	0-400	106.04	2.94	4
	401-1000	89.82	3.64	5
	1001-1500	51.99	1.51	3
	1501-2000	46.90	0.76	1
	มากกว่า 2000	294.02	1.16	2
ระยะห่างจากทางน้ำ (เมตร)	0-500	153.12	3.91	5
	501-1000	127.32	3.04	4
	1001-1500	102.58	2.12	3
	1501-2000	76.54	0.84	2
	มากกว่า 2000	129.22	0.10	1

ปัจจัย	การแบ่งชั้นข้อมูล	พื้นที่ (ตร.กม.)	ERF	ค่าน้ำหนัก
ระยะห่างจากหมู่บ้าน (เมตร)	0-800	107.48	2.75	5
	801-1300	46.80	2.17	3
	1301-1800	39.04	1.41	2
	1801-2300	39.88	1.00	1
	มากกว่า 2300	355.57	2.67	4
ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร)	0-200	204.42	7.54	5
	201-400	126.52	2.43	4
	401-600	128.33	0.03	3
	601-800	82.54	0.00	1
	มากกว่า 800	46.97	0.00	1
ความลาดเอียงของพื้นที่ (%)	0-10	143.75	3.02	5
	11-20	96.07	2.52	4
	21-30	123.62	2.25	3
	31-35	57.47	0.67	1
	มากกว่า 35	167.81	1.55	2

ตารางที่ 3 พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ที่ได้จากการวิเคราะห์การถ่วงน้ำหนักแบบง่ายและการถดถอยโลจิสติก

วิธีการวิเคราะห์	ระดับความเสี่ยงของพื้นที่ต่อการบุกรุก				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
การถ่วงน้ำหนักแบบง่าย	25.77	199.16	151.32	98.74	113.78
การถดถอยโลจิสติก	240.06	143.85	48.41	80.23	76.22



แผนที่ 4 ระดับพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัดในพื้นที่ศึกษา

จากตารางที่ 3 และแผนที่ 4a พบว่าพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการบุกรุกระดับมากที่สุดคือบริเวณนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ส่วนในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าจะมีพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกระดับมากที่สุดอยู่สองบริเวณ คือบริเวณ ต.บ้านนา ที่ตั้งอยู่ด้านเหนือของพื้นที่ศึกษา และ ต.หนองธง ที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา ส่วนพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการบุกรุกในระดับมากจะพบตามรอยต่อของขอบเขตของพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตลอดแนวตั้งแต่ทิศเหนือจรดทิศใต้ และรอบๆ บริเวณพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงมากที่สุด สำหรับพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการบุกรุกในระดับปานกลาง จะอยู่ถัดจากพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในระดับมากเข้ามาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

จากแผนที่ระดับพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด (แผนที่ 4) พบว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงมากที่สุดมีคะแนน 24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน ทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่อยู่ใกล้ทางน้ำ ใกล้หมู่บ้าน มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่สูงมาก เป็นพื้นที่ราบ และไม่อยู่ติดเส้นทางคมนาคม ส่วนพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงระดับมาก มีค่าคะแนนประมาณ 19 คะแนน เป็นพื้นที่ที่อยู่ถัดจากพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงมากที่สุดเข้าไปในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เนื่องจากมีความสูงที่เพิ่มขึ้น ไกลจากทางน้ำ ไกลจากเส้นทางคมนาคม และไกลจากหมู่บ้านเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงห่างจากเส้นทางคมนาคม ทางน้ำ หมู่บ้าน และมีความสูงมากค่าคะแนนยิ่งน้อย ยิ่งมีระดับความเสี่ยงน้อย

3. การวิเคราะห์ด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติก

การวิเคราะห์การถดถอยในกรณีที่ตัวแปรตามเป็นตัวแปรที่มีการวัดเป็นมาตรวัดแบบนามบัญญัติ (Nominal Scale) ถ้าตัวแปรตาม (Y) เป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มีค่าเพียง 2 ค่า (Dichotomous Variable) เช่น Y = 1 ถ้าเป็นพื้นที่ที่บุกรุก และ Y = 0 ถ้าไม่ใช่พื้นที่ที่บุกรุก ซึ่งเรียกการวิเคราะห์การถดถอยกลุ่มนี้ว่า Binary Logistic Regression (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2548)

วัตถุประสงค์ของการนำการถดถอยโลจิสติกมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลก็เพื่อทำนายว่าเหตุการณ์หนึ่งจะเกิดขึ้นได้หรือไม่

ตารางที่ 4 การกำหนดค่า code ของแต่ละชั้นข้อมูลของแต่ละปัจจัย

ระยะห่างจาก เส้นทางคมนาคม	ระยะห่างจาก หมู่บ้าน (เมตร)	ระยะห่างจาก ทางน้ำ (เมตร)	ความสูงจากระดับ น้ำทะเลปานกลาง (เมตร)	ความลาดเอียง ของพื้นที่ (%)	ค่า code
0-400	0-1500	0-500	0-420	0-10	1
401-1000	1501-3000	501-1500	421-620	11-20	2
1001-1500	3001-4500	1501-3000	621-820	21-30	3
1501-2000	4501-6000	3001-4500	821-1020	31-35	4
>2000	>6000	>4500	>1020	>35	5

หรือมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด โดยกำหนดว่ามีตัวแปรตัวหนึ่งหรือหลายตัวแปรส่งผลต่อการเกิดเหตุการณ์นั้นๆ ทำให้เราทราบเหตุผลของการเกิดเหตุการณ์นั้นหรือไม่เกิดเหตุการณ์นั้น (อุไรวรรณ อมรมิตร, 2546)

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการถดถอยโลจิสติกเป็นการประมาณค่าความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ในกรณีที่มีตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัวแปร ตัวแบบสมการเขียนได้เป็น

$$\text{Prob (event)} = \frac{e^z}{1 + e^z}$$

เมื่อ Z เป็น Linear Combination แสดงดังนี้

$$z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p$$

β_i ; $i = 1, 2, \dots, p$ หมายถึง ค่าพารามิเตอร์เมื่อทำการประมาณค่าจะได้

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้จากข้อมูล

$X_1, X_2, \dots, X_p$ หมายถึง ตัวแปรอิสระซึ่งมีทั้งหมด p ตัว (อุไรวรรณ อมรมิตร, 2546)

การวิเคราะห์ด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติกเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้มีขั้นตอนการเตรียมข้อมูลดังนี้

1. กำหนดค่ารหัส (code) ของแต่ละชั้นข้อมูล (ตารางที่ 4)
2. สุ่มตัวอย่าง 100 จุดโดยกำหนดให้อยู่ในพื้นที่ที่บุกรุกจำนวน 50 จุดและอยู่นอกพื้นที่ที่บุกรุกป่าไม้จำนวน 50 จุด
3. กำหนดให้จุดตัวอย่างที่อยู่ในพื้นที่ที่บุกรุกมีค่า = 1 และจุดตัวอย่างที่อยู่นอกพื้นที่ที่บุกรุกมีค่า = 0
4. นำจุดตัวอย่างทั้ง 100 จุดไปซ้อนทับกับข้อมูลแต่ละปัจจัยเพื่อดูว่าแต่ละจุดตรงกับค่ารหัสใดในแต่ละปัจจัย
5. นำเข้าข้อมูลทั้ง 100 จุดในโปรแกรม SPSS จากนั้นเลือกวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติก โดยให้พื้นที่ที่บุกรุกเป็นตัวแปร Y และปัจจัยต่างๆ เป็นตัวแปร X

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกครั้งนี้เลือกตัวแปรเข้าสมการแบบ Forward : LR ซึ่งเป็นเทคนิค Forward Stepwise เทคนิคหนึ่งโดยที่ทดสอบเพื่อเลือกตัวแปรของสมการถดถอยโลจิสติกจะต้องพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็นของ Likelihood-Ratio Statistic ที่ขึ้นกับค่าประมาณโดยวิธี Maximum Likelihood

ผลจากการนำตัวแปรเข้าสมการที่ดีที่สุดคือ สมการที่ 3 (ตารางที่ 5) โดยสมการนี้จะสามารถทำนายพื้นที่ที่ไม่ถูกบุกรุก ($Y=0$) ได้ถูกต้อง 90% ทำนายพื้นที่ที่ถูกบุกรุก ($Y=1$) ได้ถูกต้อง 94% และเมื่อพิจารณาถึงภาพรวมของสมการสามารถจำแนกได้ถูกต้อง 92%

ผลการวิเคราะห์หาค่า Nagelkerke R^2 ของสมการที่ 3 = 0.804 นั้นหมายความว่า 80.4% ของความผันแปรสามารถอธิบายได้โดยสมการโลจิสติก

ตารางที่ 5 ผลการนำตัวแปรเข้าสมการด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติก

		Variables in the Equation					
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a	road	-1.245	.220	31.914	1	.000	.288
	Constant	3.331	.608	30.012	1	.000	27.970
Step 2 ^b	road	-1.150	.283	16.464	1	.000	.317
	slope	-1.259	.307	16.851	1	.000	.284
	Constant	6.144	1.152	28.427	1	.000	466.009
Step 3 ^c	road	-2.101	.635	10.944	1	.001	.122
	village	.996	.527	3.565	1	.059	2.707
	slope	-1.413	.356	15.745	1	.000	.243
	Constant	6.242	1.314	22.563	1	.000	513.687

a. Variable(s) entered on step 1: road.

b. Variable(s) entered on step 2: slope.

c. Variable(s) entered on step 3: village.

จากตารางที่ 5 สามารถเขียนสมการในการพยากรณ์พื้นที่ที่ถูกบุกรุกจากตัวแปรทั้งหมดได้ดังนี้

$$\text{พื้นที่ที่ถูกบุกรุก} = 6.242 - 2.101 (\text{ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม}) + 0.996 (\text{ระยะห่างจากหมู่บ้าน}) - 1.413 (\text{ความลาดชัน}) \quad (1)$$

แต่ถ้าพิจารณาถึงตัวแปรที่ส่งผลต่อพื้นที่ที่ถูกบุกรุก จะสามารถเขียนสมการพยากรณ์พื้นที่ที่ถูกบุกรุกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้ว่า

$$\text{พื้นที่ที่ถูกบุกรุก} = 6.242 - 2.101 (\text{ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม}) - 1.413 (\text{ความลาดชัน}) \quad (2)$$

จากนั้นนำปัจจัยระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม และความลาดชันมาแทนในสมการจะได้แผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุก ซึ่งผลที่ได้จะแบ่งเป็น 5 ระดับคือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด (แผนที่ 4b) จากตารางที่ 3 และแผนที่ 4b พบว่าพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการบุกรุกระดับมากที่สุดคือบริเวณนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย ส่วนในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าจะมีพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการบุกรุกระดับมากที่สุดอยู่บริเวณ ต.หนองธง

ที่ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา โดยพื้นที่ที่มีความเสี่ยงระดับมากที่สุดที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกมีพื้นที่น้อยกว่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีถ่วงน้ำหนักแบบง่าย ส่วนพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการบุกรุกระดับมากส่วนใหญ่อยู่บริเวณนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า และขยายมาบริเวณรอยต่อของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ทั้งนี้เนื่องจากถนนส่วนใหญ่อยู่นอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

4. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่ายและการถดถอยโลจิสติก

การเปรียบเทียบขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ระหว่างวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่ายและการถดถอยโลจิสติกสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 จะพบว่าในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่าย สิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อพื้นที่เสี่ยงคือ ตัวแปรที่นำมาใช้และวิธีการให้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย เพราะวิธีการ

ถ่วงน้ำหนักแบบง่ายจะนำทุกปัจจัยมาใช้ในการวิเคราะห์ และถ้าให้ค่าน้ำหนักกับปัจจัยใด ปัจจัยนั้นก็จะส่งผลต่อผลการศึกษาดังนั้นสิ่งที่ต้องศึกษาค้นคว้าในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการนี้คือ ปัจจัยที่นำมาใช้และค่าน้ำหนัก ส่วนการวิเคราะห์ด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติกจะขึ้นอยู่กับจำนวนและกลุ่มตัวอย่างที่จะนำมาใช้ในการสร้างสมการ ควรมีจำนวนมากพอ และเป็นตัวแทนของประชากร เพราะถ้าจำนวนตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างเปลี่ยน สมการที่ได้ก็จะเปลี่ยนไป

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบง่ายและการถดถอยโลจิสติก

ขั้นตอนการทำงาน	การถ่วงน้ำหนักแบบง่าย	การถดถอยโลจิสติก
การเตรียมข้อมูล	1. เตรียมข้อมูลปัจจัยที่จะนำมาใช้เป็นตัวแปรอิสระ 5 ปัจจัย ประกอบด้วยระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะทางจากทางน้ำ ระยะห่างจากหมู่บ้าน ความสูง และความลาดชัน 2. เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อหาพื้นที่บุกรุกป่าไม้	1. เตรียมข้อมูลปัจจัยที่จะนำมาใช้เป็นตัวแปรอิสระ 5 ปัจจัย ประกอบด้วยระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม ระยะทางจากทางน้ำ ระยะห่างจากหมู่บ้าน ความสูง และความลาดชัน 2. ตัวแปรตาม 1 ปัจจัย จากการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อหาพื้นที่บุกรุกป่าไม้
แบ่งชั้นข้อมูลแต่ละปัจจัย	แบ่งชั้นข้อมูลแต่ละปัจจัย	แบ่งชั้นข้อมูลแต่ละปัจจัย
กำหนดค่าคะแนน/รหัส	กำหนดค่าคะแนนของแต่ละชั้นข้อมูล และค่าน้ำหนักของปัจจัยย่อยจากการหาสัดส่วนของการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้กำหนดค่ารหัส (code) ให้แต่ละชั้นข้อมูล	
วิธีการวิเคราะห์	ซ้อนทับข้อมูล	1. กำหนดจุดตัวอย่าง 2. นำเข้าข้อมูลสู่โปรแกรม SPSS เพื่อสร้างสมการถดถอย 3. แทนค่าสมการด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่
ผลการวิเคราะห์	1. ได้ระดับพื้นที่เสี่ยง เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถบอกได้ว่าพื้นที่ไหนมีระดับความเสี่ยงมากน้อยเพียงใด 2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการวิเคราะห์ขึ้นกับค่าน้ำหนักที่กำหนด	1. ได้ระดับพื้นที่เสี่ยง เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถบอกได้ว่าพื้นที่ไหนมีระดับความเสี่ยงมากน้อยเพียงใด 2. ได้ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมการพยากรณ์ 3. ได้เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการจำแนกของสมการ

5. สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้สามารถทำได้หลายวิธีการ โดยผลการศึกษาครั้งนี้ได้นำเสนอขั้นตอนและผลการศึกษาเพียงสองวิธีการคือ การวิเคราะห์โดยใช้วิธีการถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายซึ่งเหมือนกับการศึกษาของวีรศักดิ์ เสียงหวาน (2551) ที่หาพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกภายในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสนามเพรียง และ การศึกษาของรังสรรค์ เกตุออด (2558) ที่วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกวนอุทยานภูลังกา

ซึ่งทั้งสองคนเลือกใช้ปัจจัย 5-6 ปัจจัยมาให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยแล้วเอาแต่ละปัจจัยมารวมกันเพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ โดยผลการศึกษาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่นำมาใช้และค่าน้ำหนักที่ให้กับแต่ละปัจจัย วิธีการที่สองพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้โดยใช้การถดถอยโลจิสติก ซึ่งเหมือนกับการศึกษาของสุภาภรณ์ ผ่องศาลา (2559) ที่ประเมินพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตป่าสงวนแห่งชาติแม่จางฝั่งขวา การศึกษาของรวิภาส ศิริเลิศ และประสงค์ สงวนธรรม (2559) ที่ประยุกต์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตอุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์ และการศึกษาของนิรันดร์ มรกตเขียวและคณะ (2551) ที่ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกบริเวณอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติกจะสามารถระบุตัวแปรที่ส่งผลต่อการบุกรุกได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการศึกษารังนี้ได้ผลสอดคล้องกับงานของวิภาส ศิริเลิศ และประสงค์ สงวนธรรม (2559) นั่นคือ ปัจจัยระยะห่างจากเส้นทางคมนาคม และความลาดชัน มีผลต่อการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นอกจากนี้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกสามารถบอกความถูกต้องของสมการได้ ซึ่งผลการศึกษารังนี้มีความถูกต้องรวม 92.00% ซึ่งมากกว่าผลการศึกษาของ วิภาส ศิริเลิศและประสงค์ สงวนธรรม (2559) ที่มีค่าความถูกต้อง 70.67% และการศึกษาของนิรันดร์ มรกตเขียวและคณะที่มีค่าความถูกต้อง 91.33%

จากผลการเปรียบเทียบของทั้งสองวิธีการสิ่งที่เหมือนกันเพียงการเตรียมข้อมูลและจำนวนข้อมูลที่ใช้ ส่วนการขั้นตอนอื่นๆ จะแตกต่างกันโดยการถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายจะยุ่งยากในขั้นตอนการให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยว่าจะเลือกวิธีการคิดค่าน้ำหนักจากแนวคิด/วิธีใด แต่การถดถอยโลจิสติกจะยุ่งยากในการวิเคราะห์เพราะจะมีขั้นตอนย่อยที่ประกอบด้วย การเลือกกลุ่มตัวอย่าง การนำกลุ่มตัวอย่างเข้าสมการ และการนำข้อมูลเชิงพื้นที่ไปแทนค่าในสมการ ส่วนผลการศึกษาทั้งสองวิธีสามารถแสดงข้อมูลในเชิงพื้นที่ถึงระดับความเสี่ยงต่อการบุกรุกได้เหมือนกัน แต่แตกต่างกันตรงผลการวิเคราะห์โลจิสติกสามารถบอกปัจจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อตัวแปรตามและเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของสมการที่ใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรมชลประทาน. (2559). **โครงการอ่างเก็บน้ำคลองหัวช้าง จ.พัทลุง.** (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.rid.go.th/royalproject/index.php?option=com_content&view=article&id=130:2009-05-22-08-50-10&catid=70:2009-05-04-07-30-42&Itemid=9. [5 สิงหาคม 2559]
- กรมป่าไม้. (2558). **ข้อมูลสถิติกรมป่าไม้ปี 2558.** (ออนไลน์) สืบค้นจาก <http://forestinfo.forest.go.th/ontent/file/stat2558/e-book.pdf>. [5 สิงหาคม 2559]
- กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช. (2549). **เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาบรรทัด.** (ออนไลน์) สืบค้นจาก <http://web3.dnp.go.th/wildlifeweb/animConserveDepView.aspx?depld=4>. [5 สิงหาคม 2559]

กัลยา วาณิชย์บัญชา. (2548). **การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิรันดร์ มรกตเขียว, ยงยุทธ ไตรสุรัตน์, วันชัย อรุณประภารัตน์ และ สิริกร การญจนสุนทร. (2551). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกบริเวณอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน จังหวัดขอนแก่น. **วารสารวนศาสตร์.** 27(2), 89-98.

ภัทรพร พิมพ์ และ รัศมี สุวรรณวีระกำธร. (2554). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกป่าไม้เพื่อใช้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย. **วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเทศไทย.** 12(1), 43-68.

รังสรรค์ เกตุออด. (2558). **การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกวนอุทยานภูลังกา จังหวัดพะเยา.โครงการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 53 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.**

กรุงเทพฯ. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://www.annualconference.ku.ac.th/cd53/10_044_O319.pdf. [5 สิงหาคม 2559]

วิภาส ศิริเลิศ และ ประสงค์ สงวนธรรม. (2559). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตอุทยานแห่งชาติเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี. **วารสารการจัดการป่าไม้.** 10(19), 1-13.

วีรศักดิ์ เสี่ยงหวาน. (2551). การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการบุกรุกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาสนามเพรียง จังหวัดกำแพงเพชร. กรุงเทพฯ: กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

สุภาภรณ์ ผ่องศาลา. (2559). **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่ป่าที่เสี่ยงต่อการบุกรุกในเขตป่าสงวนแห่งชาติแม่วงผิงขาวจังหวัดลำปาง.โครงการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 54 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.** กรุงเทพฯ. (ออนไลน์) สืบค้นจาก http://eduserv.ku.ac.th/eBook54/eBook2_54.pdf. [5 สิงหาคม 2559]

อุไรวรรณ ออมรมิตร. (2546). การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Logistic Regression: การเลือกของการวิเคราะห์ความเสี่ยง. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.** 23(2), 21-35.

Malzewski, Jeczek. 1999. **GIS and Multicriteria Decision Analysis.** New York: John Wiley & Sons, Inc.

การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลาย น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว

Screening of waste lubricating oil-degrading microorganisms

วิชุดา กล้าเวช
Wichuda Klawech

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วโดยเก็บตัวอย่างดินที่ปนเปื้อนน้ำมันในจังหวัดสงขลา นครศรีธรรมราช และพัทลุง ผลการศึกษาพบว่าสามารถแยกจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วได้ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ WK1 WK2 WK3 WK4 และ WK5 โดยทำการสังเกตลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียแต่ละชนิดบนอาหารแข็ง NA พบว่า เชื้อที่แยกได้มีลักษณะโคโลนีรูปร่างค่อนข้างกลม สีขาวขุ่น มีทั้งขอบโคโลนีแบบเรียบและหยัก เมื่อนำมาย้อมสีแกรม พบว่า ทั้ง 5 สายพันธุ์ เป็นแบคทีเรียท่อนสั้น WK1-WK4 ติดสีแกรมบวก สร้างเอนโดสปอร์ ส่วน WK5 ติดสีแกรมลบ นอกจากนี้ผลการพิสูจน์เอกลักษณ์ทางชีวโมเลกุลด้วย 16S rRNA ของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้ พบว่า WK1 คือ *Bacillus cereus* WK2 คือ *Bacillus altitudinis* WK3 คือ *Bacillus amyloliquefaciens* WK4 คือ *Bacillus subtilis* WK5 คือ *Serratia* sp. อีกทั้งผลการทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วโดยเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์ที่แยกได้ข้างต้นในอาหาร basal salt medium ซึ่งมีน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 เป็นแหล่งคาร์บอน โดยมีชุดการทดลองที่ไม่เติมเชื้อแบคทีเรียเป็นชุดควบคุม พบว่าสายพันธุ์ WK4 สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 1.0 ได้ร้อยละ 46.33 รองลงมาเป็นสายพันธุ์ WK5 สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 เท่ากับ ร้อยละ 45.00 ในขณะที่สายพันธุ์ WK2 และ WK3 สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 ได้เท่ากับ ร้อยละ 30.66 และ 33.33 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ WK1 สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วน้อยที่สุด ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพในการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 ได้เท่ากับร้อยละ 21.33

คำสำคัญ: การคัดแยกจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ดินที่ปนเปื้อนน้ำมันน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว

Abstract

This research aim to screen the waste lubricating oil (WLO)-degrading microorganisms which collected from oil contaminated soil in Songkhla, Nakhon Si Thammarat and Phatthalung Province. The result of this study showed 5 isolates, WK1, WK2, WK3, WK4 and WK5 were able to degrade WLO. Five isolated strains were characterized on nutrient agar (NA), appear to have round shape, off-white color, flat and circular undulate margin. WK1-WK4 were gram positive bacteria with shape of short rod and endospore whereas WK5 was gram negative with shape of short rod. Base on 16SrRNA, The identification result of 5 selected strains, WK1, WK2, WK3 WK4 and WK5 were *Bacillus cereus*, *Bacillus altitudinis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis* and *Serratia* sp., respectively.

สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000
Department of Applied Biology, Faculty of Sciences and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon
Ratchasima, 30000
E-mail: wichudaklawech@gmail.com

In addition, the potential of WLO degradation of 5 isolated strains when cultivated in basal salt medium (BSM) supplemented with 0.5, 1.0 and 1.5% WLO as sole carbon source were studied. Control was only BSM without bacteria.

The result showed isolate WK4 was the best WLO degrader, the degrading activity 46.33% when 1.0% WLO was used as carbon source. Moreover, isolate WK5, WK2, WK3 and WK1 showed the degrading activity of 45.00, 30.66, 33.33 and 21.33%, respectively.

Keywords: screening of microorganisms, oil contaminated soil, waste lubricating oil-degrading microorganisms, waste lubricating oil

บทนำ

ปัจจุบันการขยายตัวของเศรษฐกิจเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะความต้องการพลังงานมากขึ้นนั้นคือ น้ำมัน โดยเฉพาะ โรงงานอุตสาหกรรม การเกษตร การประมง การคมนาคมขนส่ง ต่าง ๆ ที่มีการใช้น้ำมันเป็นจำนวนมากซึ่งก่อให้เกิดปัญหาที่ตามมาคือ เกิดการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งจากการขนส่ง การขุดเจาะหรือจากการกลั่น การปล่อยน้ำทิ้งหรือน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการปล่อย คราบน้ำมันลงสู่พื้นดินหรือทางทะเล ทำให้เกิดปัญหามลพิษต่อทรัพยากรธรรมชาติ ระบบนิเวศและประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงที่อาจจะมี การอุปโภคหรือบริโภคน้ำหรือใช้พื้นที่บริเวณนั้นทำการเพาะปลูก ที่มีการปนเปื้อนคราบน้ำมันได้ นอกจากนี้ยังมีการปนเปื้อนของ น้ำมันหล่อลื่นที่เกิดจากเครื่องยนต์เมื่อมีการเสื่อมสภาพก็จะทำให้เกิดฝุ่นละออง การอุดตันของท่อน้ำมันจึงทำให้ต้องทำการ เปลี่ยนถ่ายน้ำมันจึงเป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วลงสู่สิ่งแวดล้อมทั้งในดินและน้ำ จึงจำเป็นต้องหาวิธีการขจัดคราบน้ำมัน ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจจะมีการ ใช้สารเคมีมาใช้ในการขจัดคราบน้ำมัน แต่วิธีนี้จะก่อให้เกิดการ ตกค้างของสารเคมีเนื่องจากไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ อีกทั้งราคาสารเคมีที่ใช้ค่อนข้างสูงเนื่องจากต้องนำเข้าจาก ต่างประเทศ (Vasudevan and Rajaram, 2001).

การย่อยสลายน้ำมันโดยธรรมชาติจะมีจุลินทรีย์เป็นตัวการ สำคัญเข้ามาเกี่ยวข้องโดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำและดิน ที่สามารถย่อยสลายคราบน้ำมันที่มีการปนเปื้อนโดยจะเข้าไป สลายไฮโดรคาร์บอน โดย *Acinetobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Nocardia* sp., *Rhodococcus* sp., *Gordonia terrae* และ *Ralstonia* sp. เป็นตัวอย่างจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากดิน และพบว่า สามารถย่อยสลายสารไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อน ในดินได้ (จิตติมา, 2551) แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่ง ที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติทั้งในดินและน้ำที่ย่อยสลายน้ำมันได้โดย ไม่ก่อให้เกิดการตกค้างในทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งเป็นกระบวนการ ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการลดใช้สารเคมีที่ย่อยสลาย

น้ำมัน การย่อยสลายคราบน้ำมันเกิดจากการเมแทบอลิซึม (metabolize) โดยจุลินทรีย์สามารถเมแทบอลิซึมไฮโดรคาร์บอน ทั้งชนิดที่เป็นโครงสร้างแบบเส้นตรง (aliphatic) และที่เป็น วงแหวน (aromatic) จากนั้นไฮโดรคาร์บอนจะถูกใช้เป็นแหล่ง พลังงานเข้าสู่เซลล์ ซึ่งกลไกการใช้ไฮโดรคาร์บอนโดยการดูดซึม อัลเคน เข้าสู่เซลล์นั้น มีความสัมพันธ์กันกับความสามารถ ของจุลินทรีย์ในการปล่อยเอนไซม์ออกซิจีเนส (oxygenase) ไดออกซิจีเนส (dioxxygenase) หรือสารลดแรงตึงผิว (surfactants) (Spencer and Spencer, 1997) รวมถึงสาร อิมัลซิไฟเออร์ชีวภาพ (bio-emulsifiers) (Smyth et al., 2010) จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นคณะวิจัยจึงสนใจทำการแยกและ คัดเลือกจุลินทรีย์ในดินบริเวณพื้นที่จังหวัดสงขลา นครศรีธรรมราช และพัทลุงมาย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วมาศึกษา ประสิทธิภาพการย่อยสลายต่อน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ซึ่งวิธีนี้อาจจะช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับการปนเปื้อนสารย่อยสลาย ยากในระบบนิเวศ และลดต้นทุนในการใช้สารเคมีในการจัดการ ลงได้

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

ตัวอย่างดินที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ในจังหวัดสงขลา นครศรีธรรมราช และพัทลุง จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร ใส่ถุงพลาสติก ที่ฆ่าเชื้อแล้วและเก็บรักษาตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว จากร้านซ่อมรถมอเตอร์ไซด์ อำเภอป่าพะยอม จังหวัดพัทลุง

อาหารเลี้ยงเชื้อ

Nutrient Agar (NA) และ Nutrient Broth (NB) Basal salt medium (BSM) ประกอบด้วย 0.2% KH_2PO_4 0.2% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ และ 1% Urea (ดัดแปลงจาก Katemai et al., 2008) ที่ใส่น้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วเป็นแหล่งคาร์บอน

วิธีการทดลอง

การแยกและคัดเลือกจุลินทรีย์จากดินที่มีการปนเปื้อนน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว

ใส่ตัวอย่างดินที่มีการปนเปื้อนน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วในจังหวัดสงขลา นครศรีธรรมราช และพัทลุง ทั้งหมด 10 ตัวอย่างดิน น้ำหนัก 1 กรัม ลงในฟลาस्कขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีอาหาร BSM ปริมาตร 50 มิลลิลิตร (ที่มีน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วร้อยละ 1.0 เป็นแหล่งคาร์บอน) บ่มเชื้อโดยเขย่าด้วยความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วันหรือจนกระทั่งเห็นการเจริญของจุลินทรีย์ (จิตติมา, 2551) จากนั้นถ่ายเชื้อ 10% ลงในอาหารใหม่และทำการเลี้ยงตามวิธีการเดิมอีก 3 ครั้ง (ดัดแปลงจาก Al-Sharidah *et al.*, 2000) เป็ดตัวอย่างปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร โดยทำการเจือจางแบบ serial dilution ในช่วง 10⁻¹ ถึง 10⁻⁵ ลงบนอาหาร NA (ที่มีการเติมยาปฏิชีวนะชนิดแอมโพเทอ ริซิน บีเพื่อยับยั้งเชื้อรา) ทำการเกลี่ยให้ทั่วด้วยเทคนิค spread plate นำจานเพาะเชื้อไปบ่มในตู้บ่มอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง ตามลำดับ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เลือกจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีในช่วง 30-300 โคโลนี สังเกตลักษณะโคโลนีของจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน จากนั้นแยกเชื้อซ้ำอีก 2-3 ครั้งให้ได้จุลินทรีย์บริสุทธิ์ จากนั้นศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ โดยนำจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้มาศึกษาลักษณะโคโลนีบนอาหาร nutrient agar (NA) และย้อมแกรมเพื่อศึกษาลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์

พิสูจน์เอกลักษณ์ของเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ด้วยวิธีทางชีวโมเลกุล

นำจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้มาพิสูจน์เอกลักษณ์ลำดับดีเอ็นเอ โดย 16S rRNA โดยทำการสกัดดีเอ็นเอ ทำ PCR ที่ใช้ universal oligonucleotide primers และวิเคราะห์ลำดับเบสโดยเครื่อง ABI PRISM 3100 DNA Sequencer จากนั้นทำการเทียบเคียงลำดับเบสที่ได้ด้วยโปรแกรม BLAST (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>)

ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วโดยเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้

นำจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้มาเลี้ยงในอาหาร NB เป็นเวลา 18 ชั่วโมง (มีความขุ่นเมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร เท่ากับ 0.5) เพื่อใช้เป็นก้ำเชื้อ จากนั้นทำการถ่ายเชื้อที่แยกได้ร้อยละ 10 ลงใน ฟลาस्कขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีอาหาร BSM ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่มีน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 เป็นแหล่งคาร์บอน เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมเชื้อ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ บ่มเชื้อโดยเขย่าด้วยความเร็ว 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำตัวอย่างมาปั่นเหวี่ยงที่ 7500 รอบต่อนาที

เป็นเวลา 20 นาที (ดัดแปลงจาก Katemai *et al.* 2008) แล้วนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการย่อยน้ำมันด้วยวิธีชั่งน้ำหนักของน้ำมันที่หายไป หรือ weight loss method

การวิเคราะห์ผลด้วยสถิติ

ทำการคำนวณข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย (mean values) จากการทำทดลอง 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วย one way ANOVA (analytical of variance) โดยใช้โปรแกรม SPSS version 11.0

วิธีวิเคราะห์ความสามารถในการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว

วิธีชั่งน้ำหนักน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วที่หายไป (Weight loss method) โดยสกัด Culture broth ด้วยเฮกเซน ในอัตราส่วน 1:1 ทำการสกัด 2 ครั้ง แล้วนำส่วนของตัวทำละลายมากำจัดน้ำด้วย Na₂SO₄ ทำแห้งตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ นำสารที่ได้อบในเดซิเคเตอร์เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อกำจัดความชื้น และชั่งน้ำหนักสารที่ได้ Mercadé *et al.* (1996) จากนั้นคำนวณหาประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว Shirain *et al.* (1995) จากสูตร

$$\text{ประสิทธิภาพการย่อยน้ำมัน (ร้อยละ)} = (W_1 - W_2) / W_1 \times 100$$

W_1 = น้ำหนักของน้ำมันเริ่มต้น

W_2 = น้ำหนักของน้ำมันที่เหลือจากการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

ผลการทดลองและวิจารณ์

การแยกและคัดเลือกจุลินทรีย์จากดินที่มีการปนเปื้อนน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว

จากการแยกจุลินทรีย์จากตัวอย่างดิน พบว่าสามารถแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญในอาหาร BSM ที่มีน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วร้อยละ 1.0 เป็นแหล่งคาร์บอนได้ 5 สายพันธุ์ ได้แก่สายพันธุ์ WK1 WK2 WK3 WK4 และ WK5 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Koma *et al.* (2003) ที่ทำการแยกเชื้อจากดินที่สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์และส่วนของ cyclic alkane ซึ่งเป็นองค์ประกอบของน้ำมันหล่อลื่นพื้นฐาน พบว่ามี 2 สายพันธุ์ คือ NDKK48 และ NDKY76A สามารถเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ W medium ที่ความเข้มข้นของน้ำมัน 1.0% เป็นแหล่งคาร์บอนโดยสายพันธุ์ NDKK48 มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์และส่วน cyclic alkane ได้ร้อยละ 27 และ 16 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ NDKY76A มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์และส่วน cyclic alkane หลังจากเลี้ยงเชื้อ 5 วัน ได้ร้อยละ 27 และ 18 ตามลำดับ นอกจากนั้น Das and Chandran (2011) รายงานว่าในสภาพแวดล้อมของดินและน้ำ

จะมีเชื้อจุลินทรีย์ประจำถิ่นที่มีความสามารถในการย่อยสลาย สารไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนอยู่จำนวนมาก อีกทั้งจากการศึกษา ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์ พบว่าลักษณะโคโลนิบนอาหารแข็ง NA ของ เชื้อที่แยกได้มีลักษณะโคโลนีรูปร่างค่อนข้างกลม สีขาวขุ่น มีทั้งขอบโคโลนีแบบเรียบและหยัก เมื่อนำมาย้อมสีแกรมแล้วดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่า ทั้ง 5 สายพันธุ์ เป็นแบคทีเรียท่อนสั้น WK1-WK4 ติดสีแกรมบวก สร้างเอนโดสปอร์ WK5 ติดสีแกรมลบ โดยเมื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วย 16S rRNA พบว่า WK1 คือ *Bacillus cereus* WK2 คือ *Bacillus altitudinis* WK3 คือ *Bacillus amyloliquefaciens* WK4 คือ *Bacillus subtilis* WK5 คือ *Serratia* sp. นอกจากนี้จิตติมา (2551) ศึกษาวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพเป็นการใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว โดยจุลินทรีย์จะใช้น้ำมันเป็นแหล่งคาร์บอนหรือแหล่งพลังงานจากการคัดแยกจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วจากดินที่มีการปนเปื้อนด้วยวิธีการเพิ่มปริมาณเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ได้แก่ *Acinetobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Nocardia* sp., *Rhodococcus* sp., *Gordona terrae* และ *Ralstonia* sp. โดยสภาวะที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายสารประกอบไฮโดรคาร์บอน คือ ช่วงอุณหภูมิ 30-45 องศาเซลเซียส พีเอช 5.5-8.0 อัตราส่วนระหว่างไนโตรเจนและฟอสฟอรัส เท่ากับ 1.25 และ สารลดแรงตึงผิวคือ Tween 80 ความเข้มข้นร้อยละ 0.005-1.0 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว โดยพบว่า *Nocardia simplex* *Gordona terrae* และ *Pseudomonas mandelii* มีประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วได้ดีที่สุดคือร้อยละ 50.00 30.00 และ 27.60 ตามลำดับ

การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วโดยจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้

จากการทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วโดยเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 ไอโซเลทที่แยกได้ในอาหาร BSM ซึ่งมีน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 เป็นแหล่งคาร์บอน โดยมีชุดการทดลองที่ไม่เติมเชื้อแบคทีเรียเป็นชุดควบคุม พบว่าสายพันธุ์ WK1 สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วร้อยละ 1.0 ได้ร้อยละ 41.33 ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมื่อเลี้ยงเชื้อดังกล่าวในอาหาร BSM ที่เติมน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 และ 1.5 รองลงมาเป็นสายพันธุ์ WK2 สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 เท่ากับร้อยละ 36 และสายพันธุ์ WK3 และ WK4 สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 ได้เท่ากับร้อยละ 30.66 และ 33.33 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ WK5

สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วน้อยที่สุด ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพในการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 ได้เท่ากับร้อยละ 21.33 ในขณะที่ชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมเชื้อแบคทีเรียเกิดการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วร้อยละ 12.00-13.33 ที่ผลการทดลองในชุดควบคุมเป็นเช่นนั้นน่าจะมีสาเหตุมาจากการระเหย หรือการเกิดปฏิกิริยา photochemical oxidation ที่ส่งผลให้น้ำหนักของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วหายไป (Ghazali *et al.*, 2004) โดยผลการทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วโดยเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์ ที่แยกได้แสดงดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 Potential of waste lubricating oil degradation activity of 5 isolated strains

Strains /Experiment	Waste lubricating oil concentration (%)		
	0.5	1.0	1.5
WK1	21.33 ^a	14.33 ^b	14.43 ^b
WK2	30.66 ^a	24.00 ^b	24.89 ^b
WK3	33.33 ^a	23.33 ^b	15.54 ^c
WK4	35.33 ^b	46.33 ^a	23.33 ^c
WK5	45.00 ^a	19.33 ^b	15.11 ^b
control	12.00 ^a	13.33 ^a	13.33 ^a

Remark : Different letters in the same row indicate the significant differences (p 0.05)

นอกจากนี้ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการคัดเลือกกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วจากดินที่ปนเปื้อนน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วบริเวณอู่ซ่อมรถและปั้มน้ำมันในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี และสงขลาโดยวิธี enrichment culture ในอาหาร mineral salt medium (พีเอช 7.0) ที่มีน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 1.0 เป็นแหล่งคาร์บอน โดยเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) และเขย่าด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที พบว่ากลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายสูงสุดคือ SC-9 มีประสิทธิภาพการย่อยสลายร้อยละ 40 เมื่อนำกลุ่มเชื้อ SC-9 มาศึกษาปริมาณสูงสุดของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายได้ พบว่าความเข้มข้นของน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วเท่ากับร้อยละ 1 มีประสิทธิภาพการย่อยสลายสูงสุดเท่ากับร้อยละ 40.46 (จิตติมา, 2551)

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองแยกและคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว โดยทำการแยกจากดินที่ปนเปื้อนน้ำมันในจังหวัดสงขลานครินทร์ราช และพัทลุง ผลการศึกษาพบว่าสามารถแยกจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วได้ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ WK1 WK2 WK3 WK4 และ WK5 โดยทำการสังเกตลักษณะโคโลนีบนอาหารแข็ง NA ของแบคทีเรียแต่ละชนิด พบว่า เชื้อที่แยกได้มีลักษณะโคโลนีรูปร่างค่อนข้างกลม สีขาวขุ่น มีทั้งขอบโคโลนีแบบเรียบ และหยัก เมื่อนำมาย่อยสลายแล้วดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่าทั้ง 5 สายพันธุ์เป็นแบคทีเรียท่อนสั้น WK1-WK4 ติดสีแกรมบวก สร้างเอนโดสปอร์ ส่วน WK5 ติดสีแกรมลบ เมื่อพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วย 16S rRNA พบว่า WK1 คือ *Bacillus cereus* WK2 คือ *Bacillus altitudinis* WK3 คือ *Bacillus amylolique-faciens* WK4 คือ *Bacillus subtilis* WK5 คือ *Serratia* sp. นอกจากนี้ผลการทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วโดยเชื้อแบคทีเรียทั้ง 5 ไอโซเลตที่แยกได้ข้างต้นในอาหาร basal salt medium (BSM) ซึ่งมีน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 เป็นแหล่งคาร์บอนและเติมกลีเซอรอลที่ปรับค่าดูดกลืนแสงให้เท่ากับ 0.5 ทั้ง 5 สายพันธุ์ โดยมีชุดการทดลองที่ไม่เติมเชื้อแบคทีเรียเป็นชุดควบคุม พบว่าเชื้อสายพันธุ์ WK4 สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วร้อยละ 1.0 ได้ร้อยละ 46.33 รองลงมาเป็นสายพันธุ์ WK5 สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 เท่ากับร้อยละ 45.00 ในขณะที่สายพันธุ์ WK2 และ WK3 สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 ได้เท่ากับร้อยละ 30.66 และ 33.33 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ WK1 สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วน้อยที่สุด ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพในการย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ร้อยละ 0.5 ได้เท่ากับร้อยละ 21.33 จากผลการทดลองข้างต้นสามารถประยุกต์ใช้แบคทีเรียที่คัดเลือกได้ทั้ง 5 สายพันธุ์ นี้ไปใช้ในการกำจัดหรือบำบัดน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้ว ซึ่งถือเป็นการแก้ปัญหาการปนเปื้อนน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วในสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุนการวิจัยภายใต้โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2555

เอกสารอ้างอิง

- จิตติมา แก้วเรือง. (2551). การแยกและคัดเลือกกลุ่มจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายน้ำมันหล่อลื่นเครื่องยนต์ที่ใช้แล้วและการประยุกต์ใช้ที่ดิน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- Al-Sharidah, A., Richardt, A., Golecki, J. R., Dierstein, R. and Tadros, M. H. (2000). Isolation and characterization of two hydrocarbon-degrading *Bacillus subtilis* strains from oil contaminated soil of Kuwait. *Microbial Research*. 155: 157-164.
- Das, N. and Chandran, P. (2011). Microbial degradation of petroleum hydrocarbon contaminants: An overview. *Biotechnology Research International*. 2011: 1-14.
- Ghazali, F.M., Rahman, R.N.Z.A., Salleh, A.B. and Basri, M. (2004). Biodegradation of hydrocarbons in soil by microbial consortium. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 54 : 61-67.
- Katamai, W., Maneerat, S., Kawai, F., Kanzaki, H., Nitoda, T. and H-Kittikun, A. (2008). Purification and characterization of a biosurfactant produced by *Issatchenkia orientalis* SR4. *The Journal of General and Applied Microbiology*. 54: 79-82.
- Koma, D., Sakashita, Y., Kubota, K., Fujii, Y., Hasumi, F., Chung, S. Y. and Kubo, M. (2003). Degradation of car engine base oil by *Rhodococcus* sp. NDKK48 and *Gordonia* sp. NDN76A. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*. 67: 1590-1593.
- Mercade, M. E., Monleon, L., de Andeas, C., Rodon, I., Martinez, E., Espuny, M. J. and Manrea, A. (1996). Screening and selecting of surfactant-producing bacteria from waste lubricating oil. *Journal of Applied Bacteriology*. 81:161-166.
- Shirai, K., Hanzawa, N. and Katusta, M. (1995). Heavy oil degrading bacteria isolated by long term enrichment in alumina columns containing heavy oil C. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*. 59: 2159-2161.
- Spencer, J.F.T. and D.M. Spencer. (1997). Yeast in Natural and Artificial Habitats Ecology. *Where live yeast*. 11: 33-58.
- Vasudevan, N. and Rajaram, P. (2001). Bioremediation of oil sludge-contaminated soil. *Environment International*. 26: 409-411.

การพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี แบบ 3 มิติ ด้วยเทคนิคโฮโลแกรม

A development public relations media of Ubon Ratchathani Rajabhat University 3D with hologram

วนษา สิ้นจั้งหรีด

Vanasa Sinchangreed

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้ทำการศึกษาและพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีให้เป็นสื่อแบบ 3 มิติ โดยประยุกต์ร่วมกับเทคนิคโฮโลแกรมให้มีการลอยตัวขึ้นมาของภาพ สามารถเคลื่อนไหวได้ เห็นได้ในทุกมุมมอง ทำให้ได้ภาพที่มีสีแสงเงาเหมือนจริง และสอดแทรกเนื้อเรื่องให้เกิดความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในการออกแบบจึงประกอบไปด้วย ตัวละคร 3 ตัวละคร คือ ตราสัญลักษณ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี นักศึกษาหญิง และนักศึกษาชาย มีความยาวของเนื้อเรื่องทั้งหมด 4 นาที จากผลการประเมินความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านเสียงและภาพ ด้านตัวละคร และด้านเนื้อหา สามารถสรุปค่าเฉลี่ย และแปรผลได้ในระดับมาก คือ ค่าเฉลี่ย = 4.18 และ S.D = 0.03 ตามลำดับ

คำสำคัญ : โฮโลแกรม สื่อประชาสัมพันธ์ 3 มิติ

Abstract

This article is studied and developed the public relations of Ubon Ratchathani Rajabhat University 3D with hologram and made a float of the image, can see in all angles, movable and the color are shiny and realistic including insert the story to be more interesting. Therefore, the design consists of following three character, the logo of Ubon Ratchathani Rajabhat University, female students and male students. The total length of the story is four minutes. From the evaluation of satisfaction in three parts, audio and visual, character and content we can concluded the average and the results are very high in approximately avg = 4.18 and SD = 0.03.

Keywords : Hologram ,Public Relations, 3D

บทนำ

ในปัจจุบันสื่อประชาสัมพันธ์ เป็นส่วนประกอบของการสื่อสารทางการตลาด ซึ่งมีความสำคัญอย่างหนึ่งขององค์กร เพื่อเผยแพร่หรือการกระจายข้อมูลข่าวสาร เรื่องราวขององค์กร ไม่ว่าจะเป็นนโยบาย วัตถุประสงค์ ผลงาน และกิจกรรมการดำเนินงานต่าง ๆ เพื่อให้เกิดทัศนคติหรือมุมมองที่ดีต่อองค์กร ดังนั้นในการสื่อสารข้อมูลข่าวสารที่องค์กรต้องการจะถ่ายทอดให้ผู้รับได้สำเร็จและมีประสิทธิภาพสามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้นั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับลักษณะของข่าวสารและวิธีการสื่อสารแล้ว ปัจจัยที่สำคัญมากอีกอย่างหนึ่งคือ การใช้เครื่องมือ (Tools) หรือสื่อ (Media) ที่เหมาะสม รวมถึงกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการเป็นต้น (ประกาศริ สวัสดิ์อำไพรักษ์, 2552)

ปัจจุบันสื่อแบบ 3 มิติ เป็นสื่อที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากสามารถตอบสนองต่อจินตนาการของผู้ผลิต ผู้สร้างหรือแม้แต่ผู้ชมด้วย ในการผลิตแอนิเมชัน 3 มิติ มีการบวนการสร้างสรรค์มากมาย หลากหลายขั้นตอนด้วยกัน ตั้งแต่การเขียนโครงเรื่อง ออกแบบตัวละคร ปั้นโมเดล เป็นต้น เทคนิคแบบโฮโลแกรม(Hologram) ก็เป็นหนึ่งในรูปแบบ 3 มิติ ที่เริ่มมีบทบาทความสำคัญ และจำเป็นอย่างมากในปัจจุบัน แต่ปัจจุบันโฮโลแกรมกลับถูกมองข้ามเพราะคนส่วนใหญ่คิดว่าเป็นเทคโนโลยีที่เข้าถึงยาก ไม่ว่าจะเป็นการจัดแสดงสินค้า หรือการแสดงคอนเสิร์ตของนักร้องที่มีชื่อเสียง เป็นต้น โดยโฮโลแกรมใช้เทคนิคการสร้างขึ้นมาจากการบันทึกข้อมูลด้วยแสงเลเซอร์ โดยบันทึกวีรรอยของการแทรกสอด (Interference Pattern) ของแสงเลเซอร์ ทำให้เราสามารถมองเห็นภาพเป็นลักษณะ 3 มิติ (กิตติวิรัตน์ จอมรักษ์ และปรัชญา ล้อมทอง, 2558)

ดังนั้นจากการศึกษาข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงได้คิดค้นวิธีสร้างและพัฒนานวัตกรรมในการนำเสนอเป็นสื่อประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี แบบ 3 มิติ ที่มีการประยุกต์ร่วมกับเทคนิคโฮโลแกรม มีการลอยตัวขึ้นมาของภาพ สามารถเคลื่อนไหวได้และเห็นได้ในทุกมุมมอง ทำให้ได้ภาพที่มีสีแสงเงาเหมือนจริง และสอดแทรกเนื้อเรื่องให้เกิดความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและพัฒนาการประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีให้เป็นสื่อแบบ 3 มิติ โดยประยุกต์ร่วมกับเทคนิคโฮโลแกรม เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่และน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

หลักการของโฮโลแกรม

โฮโลแกรมเป็นภาพที่มีลักษณะ 3 มิติ ซึ่งแตกต่างจากภาพสองมิติ เช่น ภาพถ่าย ภาพวาด เป็นต้น โฮโลแกรมจะใช้หลักการสร้างภาพให้มีการแทรกสอดของแสงที่มากกระทบรูปภาพ โดยการฉายแสงเลเซอร์จากแหล่งเดียวกัน แยกเป็นสองลำแสง ลำแสงหนึ่งเป็นลำแสงอ้างอิงเล็งตรงไปที่แผ่นฟิล์ม อีกลำแสงหนึ่งเล็งไปที่วัตถุและสะท้อนไปยังฟิล์ม แสงจากทั้งสองแหล่งจะถูกบันทึกไว้บนฟิล์มในรูปแบบของการแทรกสอด ซึ่งมองไม่คล้ายกับรูปของวัตถุต้นแบบ ก่อให้เกิดภาพเสมือนขึ้นตามมุมของแสงที่มากกระทบทำให้ตาของเรารับแสงอีกด้านหนึ่งของแผ่นโฮโลแกรม เกิดเห็นภาพสามมิติขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาประวัติความเป็นมาของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีโดยนำมาวางเค้าโครงเรื่องออกแบบตัวละครและนำมาประยุกต์ร่วมกับเทคนิคโฮโลแกรมเพื่อใช้เป็นสื่อประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
2. ออกแบบตัวละครในการออกแบบตัวละครของสื่อประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีแบบ 3 มิติ ด้วยเทคนิคโฮโลแกรมผู้วิจัยได้ออกแบบตัวละครจำนวนทั้งหมด
3. ตัวละคร คือ ตราสัญลักษณ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี นักศึกษาหญิง และนักศึกษาชายต่าง ภาพที่ 1 ถึง 3



ก. ด้านหน้า



ก. ด้านหน้า



ข. ด้านข้าง



ข. ด้านข้าง



ค. ด้านหลัง



ค. ด้านหลัง

ภาพที่ 1 ลักษณะของการออกแบบตราสัญลักษณ์มหาวิทยาลัย
ราชภัฏอุบลราชธานีแบบ 2 มิติ

ภาพที่ 2 ลักษณะของการออกแบบตัวการ์ตูนนักศึกษาหญิง
แบบ 2 มิติ



ก. ด้านหน้า



ภาพที่ 4 ตราสัญลักษณ์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
แบบแอนิเมชัน 3 มิติ



ข. ด้านข้าง



ภาพที่ 5 นักศึกษาหญิงแบบแอนิเมชัน 3 มิติ



ค. ด้านหลัง

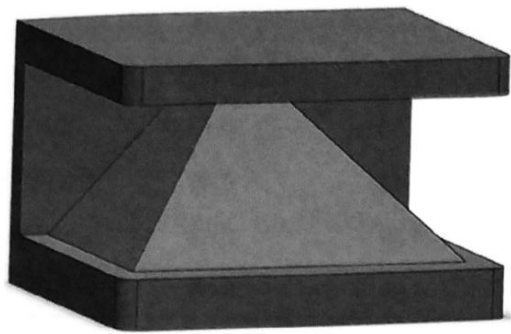


ภาพที่ 6 นักศึกษาชายแบบแอนิเมชัน 3 มิติ

ภาพที่ 3 ลักษณะของการออกแบบตัวการ์ตูนนักศึกษาชาย
แบบ 2 มิติ

จากภาพที่ 1 ถึง 3 เป็นการออกแบบตัวละครในรูปแบบ
2 มิติ ประกอบด้วยด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลังแล้วนำไป
ออกแบบผลิตเป็นสื่อแอนิเมชันแบบ 3 มิติ ดังภาพที่ 4 ถึง 6

3. การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลองเพื่อฉายภาพ
โฮโลแกรมสามารถออกแบบ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แบบจำลองฉายภาพโฮโลแกรม

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าเฉลี่ยของเลขเรขาคณิต (Arithmetic Mean $\bar{x}$)
สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (1)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

เมื่อ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ = ผลรวมของค่าทั้งหมดในกลุ่ม

n = จำนวนประชากรกลุ่มตัวอย่าง

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2) (สายชล สีนสมบูรณ์ทอง, 2553)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$

เมื่อ S.D. = ค่าเฉลี่ย

$\sum fx$ = ผลรวมของความถี่ค่าเฉลี่ย

n = จำนวนข้อมูล หรือประชากร

x = ระดับคะแนน

f = ความถี่

ผลการศึกษาวิจัย

จากการทดลองการทำงานสื่อประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัย
ราชภัฏอุบลราชธานีด้วยเทคนิคโฮโลแกรมที่ได้ออกแบบไว้และนำ
มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับเทคนิคโฮโลแกรม ซึ่งนำเสนอในรูปแบบ
ของวีดิทัศน์ ดังภาพที่ 8 ถึง ภาพที่ 10



ภาพที่ 8 ภาพฉายโฮโลแกรมของตราสัญลักษณ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี



ภาพที่ 9 ภาพฉายโฮโลแกรมของนักศึกษาหญิง



ภาพที่ 10 ภาพฉายโฮโลแกรมของนักศึกษาชาย

จากภาพที่ 8 ถึงภาพที่ 10 เป็นภาพฉายโฮโลแกรมของ
ตัวละคร 3 ตัวละคร ลักษณะของตัวละครจะลอยตัวขึ้นมา สามารถ
เคลื่อนไหวได้และเห็นได้ในทุกมุมมองรูปแบบการนำเสนอ
เนื้อเรื่องของสื่อประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
มีความยาวของการดำเนินเรื่อง 4 นาที และนำมาประเมินผล
ความพึงพอใจในการรับชมสื่อประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัย
ราชภัฏอุบลราชธานีด้วยเทคนิคโฮโลแกรมโดยใช้นักศึกษา
ชั้นปีที่ 3 จำนวน 20 คน ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประเมินความพึงพอใจในการรับชมสื่อประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีด้วยเทคนิคโฮโลแกรม
(n=20)

หัวข้อความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลผล
1. ด้านเสียงและภาพ			
1.1 เสียงมีความเหมาะสมกับตัวละครมากน้อยเพียงใด	3.64	0.66	มาก
1.2 เสียงดนตรีประกอบมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	3.80	0.72	มาก
1.3 ภาพมีความชัดเจนมากน้อยเพียงใด	3.42	0.48	ปานกลาง
1.4 การนำเสนอวีดิทัศน์มีความน่าสนใจมากน้อยเพียงใด	4.69	0.58	มากที่สุด
รวม	3.88	0.08	มาก
2. ด้านตัวละคร			
2.1 ตัวละครมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	3.76	0.59	มาก
2.2 การแต่งกายของตัวละครมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.64	0.45	มากที่สุด
2.3 การเคลื่อนไหวของตัวละครมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	3.42	0.48	ปานกลาง
2.4 ตัวละครมีแต่ละตัวมีจุดเด่นมากน้อยเพียงใด	3.80	0.72	มาก
รวม	3.91	0.10	มาก
3. ด้านเนื้อหา			
3.1 รูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.94	0.11	มากที่สุด
3.2 การนำเสนอบรรยายได้อย่างเข้าใจมากน้อยเพียงใด	4.98	0.55	มากที่สุด
3.3 ระยะเวลาในการนำเสนอมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	4.53	0.63	มาก
3.4 ได้รับความรู้ในความเป็นมาของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี	4.21	0.56	มาก
รวม	4.67	0.03	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน	4.18	0.03	มาก

จากตารางที่ 1 แบ่งการประเมินความพึงพอใจออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านที่ 1 ด้านเสียงและภาพพบว่าในภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.88 และ S.D = 0.08) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าการนำเสนอวีดิทัศน์มีความพึงพอใจมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.69 และ S.D = 0.58) รองลงมาเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบของสื่อประชาสัมพันธ์มีความพึงพอใจในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.80 และ S.D = 0.72) ด้านที่ 2 ด้านตัวละครพบว่าในภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.91 และ S.D = 0.10) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าการแต่งกายของตัวละครมีความพึงพอใจมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.64 และ S.D = 0.45) และรองลงมาจุดเด่นของตัวละครมีความพึงพอใจในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.80 และ S.D = 0.72) และด้านที่ 3 ด้านเนื้อหาพบว่าในภาพรวมของทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.67 และ S.D = 0.03) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าการนำเสนอบรรยายได้อย่างเข้าใจมีความพึงพอใจมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.98 และ S.D = 0.55) รองลงมารูปแบบในการ

นำเสนอมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.94 และ S.D = 0.11)

จากผลการประเมินความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน สามารถสรุปได้ว่าด้านเสียงและภาพมีความพึงพอใจน้อยที่สุดเนื่องมาจากการมองเห็นภาพฉายโฮโลแกรมของนักศึกษาชายในส่วนของกางเกงกลมกลืนกับสีของโครงสร้างของแบบจำลอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดปรับปรุงโดยการเพิ่มแหล่งกำเนิดแสงหรือหลอดไฟเพื่อฉายแสงในโครงสร้างของแบบจำลองเพื่อให้เกิดความคมชัดของภาพมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและพัฒนาการประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีให้เป็นสื่อแบบ 3 มิติ โดยประยุกต์ร่วมกับเทคนิคโฮโลแกรม จากผลการวิจัยได้แบ่งการประเมินความพึงพอใจในการรับชมสื่อประชาสัมพันธ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีด้วยเทคนิคโฮโลแกรมออกเป็น

3 ด้าน คือ ด้านเสียงและภาพด้านตัวละคร และ ด้านเนื้อหา พบว่าด้านเนื้อหามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.67 และ S.D = 0.03) รองลงมา คือ ด้านตัวละครมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.91 และ S.D = 0.10) และลำดับสุดท้าย คือ ด้านเสียงและภาพความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.88 และ S.D = 0.08)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มเนื้อหา และตัวละครในการสร้างสื่อประชาสัมพันธ์
2. ควรพัฒนาตัวละครและเสียงพากย์ให้สมจริง เพื่อให้ได้รรถรสในการรับชมมากยิ่งขึ้น
3. ควรเพิ่มแหล่งกำเนิดแสงหรือหลอดไฟเพื่อฉายแสงในโครงสร้างของแบบจำลองเพื่อให้เกิดความคมชัดของภาพมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยฉบับนี้และคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่เอื้อเฟื้อสถานที่ปฏิบัติการทดสอบและอุปกรณ์การทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- กิตติรัตน์ จอมรักษ์ และปรัชญา ล้อมทอง. (2558). การสร้างภาพเสมือนสามมิติโฮโลแกรมด้วยเทคนิคพีระมิดหน้า 3D, แหล่งข้อมูล:<http://www.slideshare.net/snowdome/hologram-technology>. ค้นเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2560.
- ประภาศรี สวัสดิ์อำไพรักษ์. (2552). ความหมายและความสำคัญของการประชาสัมพันธ์, แหล่งข้อมูล: <http://www.stou.ac.th/stouonline//data/sms/Unit8/.html>. ค้นเมื่อวันที่ 1 เมษายน 2560.
- สายชล สีนสมบูรณ์ทอง. (2553).การวัดการกระจาย (Measure of Dispersion), แหล่งข้อมูล: <http://www.stvc.ac.th/elearning/.html>. ค้นเมื่อวันที่ 2 เมษายน 2560.

การศึกษาการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสัตว์ ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์

Study on using of Malva nut as a fat substitute in frankfurter sausage

ภุทธธี วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ

Bhutharit Vittayaphattananurak Raksasiri

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสัตว์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสัตว์ ด้วยอัตราส่วน 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทำการศึกษาการยอมรับได้ของผู้บริโภค โดยใช้วิธีการทดลองความชอบให้คะแนนความชอบจากคุณสมบัติทางกายภาพแบ่งระดับคะแนนเป็น 5 ระดับ จากการทดลองพบว่าลักษณะปรากฏ และกลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ผู้บริโภคให้การยอมรับในกลุ่มที่ 2 และ 3 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 3.25, 3.62, 3.55 และ 3.28 ; 3.10, 3.67, 3.49 และ 3.15 ; 3.25, 3.84, 4.00 และ 3.33 ; 3.27, 3.99, 3.82 และ 3.34 ในกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ การวัดค่าแรงกดทับ และ ค่าแรงตัดผ่าน พบว่า กลุ่มที่ 2, 3 และ 4 มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 29.54, 47.37, 52.64 และ 54.12 ; 16.37, 26.23, 27.21 และ 29.52 N ในกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการปรุงสุกและเปอร์เซ็นต์ไขมันในผลิตภัณฑ์พบว่า ในกลุ่มที่ กลุ่มที่ 3 และ 4 มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 6.52, 5.12, 3.15 และ 2.38 ; 30.19, 21.78, 14.54 และ 9.76 เปอร์เซ็นต์ ในกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ลูกสำรอง ผลิตภัณฑ์อิมัลชัน และ ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์

Abstract

The replacement of animal fat with Malva nut in frankfurter sausage was used by completely randomized design (CRD) and divided into 4 groups; was the modified sausage substituted in ratio 0, 25, 50 and 75 % in group 1, 2, 3 and 4 respectively. The acceptant consumer was studied by affective method that was scored 5 levels of physical quality; appearance, color, smell, taste, texture and overall acceptability. The result showed that consumer accepted in appearance, smell, texture and overall acceptability white were significantly ($p < 0.05$) (3.25, 3.62, 3.55 and 3.28 ; 3.10, 3.67, 3.49 and 3.15 ; 3.25, 3.84, 4.00 and 3.33 ; 3.27, 3.99, 3.82 and 3.34 in T1, T2, T3 and T4, respectively) in group 2 and 3 were higher than group 1 and 4 ($p < 0.05$). Additionally, compression force Shear force cooking loss and fat white were significantly ($p < 0.05$) (29.54, 47.37, 52.64 and 54.12 ; 16.37, 26.23, 27.21 and 28.93 N ; 6.52, 5.12, 3.15 and 2.38 ; 30.19, 21.78, 14.54 and 9.76 % in T1, T2, T3 and T4, respectively). According, the modified sausage substituted with Malva nut was accepted by consumer.

Keyword: Malva Nut, Emulsion and Frankfurter Sausage

¹ Asst. Prof. Faculty of Animal Science and Agricultural Technology Silpakorn University Phetchaburi IT Campus
e-mail address: bhutharit@gmail.com

บทนำ

พฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนไทยเปลี่ยนแปลงไป นิยมหันมาบริโภคอาหารตะวันตกมากขึ้น เพราะมีให้เลือกหลายชนิด และสะดวกในการบริโภค อีกทั้งปัจจุบันอาหารตะวันตก ได้เข้ามามีบทบาทต่อพฤติกรรมการบริโภคของคนไทย โดยเฉพาะกลุ่มวัยรุ่น นักเรียน และนักศึกษา ปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่หันมาสนใจกับสุขภาพของตัวเองมากขึ้น โดยนิยมนำสมุนไพรไปผสมกับผลิตภัณฑ์บางชนิดที่สามารถรับประทานได้ทุกวัย จึงทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ผสมสมุนไพรมากมาย ใส่กรอกแฟรงค์เฟิร์ตก็จัดเป็นอาหารตะวันตกชนิดหนึ่ง ที่เป็นที่ยอมรับบริโภคมากขึ้นในกลุ่มคนดังกล่าว ในงานวิจัยครั้งนี้นำลูกสำรองมาใช้ทดแทนไขมันสัตว์เพื่อเพิ่มคุณประโยชน์ อีกทั้งเป็นการเพิ่มกากใยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์ และเป็นการปรับเปลี่ยนรสชาติให้เข้ากับรสนิยมการบริโภคของคนไทยทั้งนี้ลูกสำรองสรรพคุณแก้ร้อนใน กระหายน้ำ บำรุงปอดให้แข็งแรง รักษาโรคภูมิแพ้ หอบหืด แก้อาการท้องผูก ช่วยให้อ่อนเพลีย ช่วยบำรุงลำไส้ใหญ่ ให้บริหารการขับถ่ายได้ดี ลำไส้บีบรัดตัวดีขึ้น แก้อาการท้องอืด ในประเทศอินเดียมีรายงานว่า ลูกสำรองสามารถใช้รักษาอาการอักเสบ แก้ไข้และขับเสมหะ ในประเทศจีน ฮองกง และได้หวัน นิยมใช้สำรองร่วมกับชะเอม ชาวจีนต้มกับน้ำแล้วนำมาจิบบ่อย ๆ เพื่อแก้อาการเจ็บคอ ([1, 2] ปัจจุบันมีผู้นำสำรองไปรับประทานเพื่อลดความอ้วนเนื่องจากสำรองสามารถพองตัวได้ดี การทดลองในครั้งนี้เป็นการพัฒนาใส่กรอกแฟรงค์เฟิร์ต โดยการนำลูกสำรองมาเป็นส่วนผสม เพื่อเป็นการพัฒนาด้านคุณประโยชน์ และรสชาติให้เข้ากับพฤติกรรมการบริโภคในปัจจุบัน

วิธีการศึกษา

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ใส่กรอกซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบต่างกัน โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) โดยแผนการทดลองแบ่งออกเป็น

ตารางที่ 1 แสดงวัตถุดิบของใส่กรอกแฟรงค์เฟิร์ต

ส่วนประกอบ/วัตถุดิบ (กิโลกรัม)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
1. เนื้อหมู	5	5	5	5
2. มันแข็ง	3	2	1.5	0.5
3. น้ำแข็ง	2	2	2	2
4. ลูกสำรอง	-	1	1.5	2
ต้นทุนการผลิต (บาท/กิโลกรัม)	67.17	61.42	55.67	49.92

ที่มา: ดัดแปลงจาก ฤทธิณี วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ [6]

4 กลุ่ม ดังนี้กลุ่มที่ 1 ผลิตภัณฑ์ใส่กรอกสูตรควบคุมกลุ่มที่ 2 ผลิตภัณฑ์ใส่กรอกที่ใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสัตว์ 25 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ 3 ผลิตภัณฑ์ใส่กรอกที่ใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสัตว์ 50 เปอร์เซ็นต์กลุ่มที่ 4 ผลิตภัณฑ์ใส่กรอกที่ใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสัตว์ 75 เปอร์เซ็นต์

การเก็บข้อมูล

1. การตรวจสอบความชอบโดยใช้ผู้ชิม (Sensory panel method) ด้วยวิธี Affective method (consumer method) หมายถึง วิธีการตรวจสอบการตอบสนองของผู้บริโภค ในแง่การยอมรับ หรือไม่ยอมรับ โดยใช้ผู้ชิมประมาณ 50-100 คน ซึ่งเป็นผู้ชิมที่ไม่จำเป็นต้องผ่านการอบรม
2. การวัดเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา [8]
3. การวัดเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักระหว่างการปรุงสุก [8]
4. การวัดค่าแรงตัดผ่าน(TA-XT2i ; Stable Micro System Co, Ltd., UK) [9]
5. การวัดค่าแรงกดทับ(TA-XT2i ; Stable Micro System Co, Ltd., UK) [9]
6. การวัดค่าการเก็บรักษาน้ำ (aw) (Novasiana : TH 200)

นำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA)โดยโปรแกรม The SAS systemfor Windows version 9.0 TS Level 00M0

การเตรียมเนื้อลูกสำรอง โดยการนำลูกสำรองแห้งมาล้างทำความสะอาด ทำการชุบเลือกออกบางส่วนแล้วแช่น้ำเปล่าเป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง จะได้เนื้อลูกสำรองซึ่งมีลักษณะเป็นเจล นำเนื้อมากรองน้ำออกด้วยผ้าขาวบางเพื่อให้สะเด็ดน้ำก่อนนำไปประกอบสูตรการทำใส่กรอก

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ที่ใช้ลูกสำรองเป็นองค์ประกอบ โดยใช้วิธีการทดลองใช้ผู้ชิม (Sensory panel method) ทำการศึกษาในเรื่องลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม แบ่งระดับคะแนนความชอบเป็น 5 ระดับ นำคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคทั้งหมด มาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาปรับเป็นระดับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภค คะแนน 4.21-5.00 = ชอบมาก, 3.41-4.20 = ชอบ, 2.61-3.40 = เฉยๆ, 1.81-2.60 = ไม่ชอบ และ 1.00-1.80 = ไม่ชอบมาก คะแนนที่ได้นำมาแปลค่าเพื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับของผู้บริโภค [3] ผลการทดลองพบว่า ลักษณะปรากฏกลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ผู้บริโภคให้การยอมรับในกลุ่มที่ 2 และ

3 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 3.25, 3.62, 3.55 และ 3.28 ; 3.10, 3.67, 3.49 และ 3.15 ; 3.25, 3.84, 4.00 และ 3.33 ; 3.27, 3.99, 3.82 และ 3.34 ในกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ ในขณะที่ลักษณะของสีและรสชาติไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างไรก็ตีในทุกกรณีศึกษา ผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับชอบถึงชอบมาก (3.41-5.00) แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคยอมรับไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ที่ใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสุกร ซึ่งช่วยลดราคาต้นทุนการผลิตเพราะราคาลูกสำรอง (เฉลี่ยราคาต่อการผลิต) ต่ำกว่าไขมันสุกรถึง 15 บาท/กิโลกรัม ทำให้ต้นทุนการผลิตไส้กรอกที่ใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสุกรที่ 50 เปอร์เซ็นต์ ลดลงถึง 11.50 บาท/กิโลกรัม

ตารางที่ 2 แสดงค่าการยอมรับของผู้บริโภคต่อไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ที่ใช้ลูกสำรองเป็นองค์ประกอบ

ลักษณะศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
ลักษณะปรากฏ	3.25 ± 0.09 ^a	3.62 ± 0.07 ^b	3.55 ± 0.12 ^b	3.28 ± 0.08 ^a
สี	3.28 ± 0.07	3.27 ± 0.11	3.43 ± 0.04	3.32 ± 0.09
กลิ่น	3.10 ± 0.04 ^a	3.67 ± 0.08 ^b	3.49 ± 0.07 ^b	3.15 ± 0.11 ^a
เนื้อสัมผัส	3.25 ± 0.15 ^a	3.84 ± 0.12 ^b	4.00 ± 0.06 ^b	3.33 ± 0.07 ^a
รสชาติ	3.82 ± 0.05	3.94 ± 0.10	4.06 ± 0.06	3.86 ± 0.13
การยอมรับโดยรวม	3.27 ± 0.03 ^a	3.99 ± 0.06 ^b	3.82 ± 0.06 ^b	3.34 ± 0.06 ^a

หมายเหตุ^{ab} อักษรต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ด้านคุณภาพของไส้กรอก พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในการเก็บรักษา ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้ทั้ง 4 กลุ่มทดลอง แต่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการปรุงสุก พบว่า ในกลุ่มที่มีการให้เนื้อลูกสำรองทดแทนไขมันที่ 50-75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ไขมันสุกร โดยมีค่าเท่ากับ 6.52, 5.12, 3.15 และ 2.38 เปอร์เซ็นต์ ในกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการปรุงสุกอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ซึ่งโดยปกติผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพของการปรุงสุกที่ดีควรมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักในระหว่างการปรุงสุก [10] จากการทดลองใช้ไขมันปาล์มทดแทนไขมันสุกรในสูตรการทำไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ พบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการปรุงสุก อยู่ที่ 2.42-3.67 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักไส้กรอกขณะปรุง [5] การวัดค่าเนื้อสัมผัส (texture) ของไส้กรอกพบว่า ค่าแรงกดทับ และค่าแรงตัดผ่านในกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 สูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 29.54,

47.37, 52.64 และ 54.12 ; 16.37, 26.23, 27.21 และ 28.93N ในกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 3) ในขณะที่การศึกษากการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสัตว์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตเตอร์ พบว่า การใช้ลูกสำรองต่อไขมันสัตว์ในอัตราส่วน 1 : 1 ส่งผลให้ค่าแรงกดทับ (54.64 N) และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (29.52 N) ดีขึ้น [6] แสดงให้เห็นว่าการเติมลูกสำรอง ส่งผลให้ระดับความนุ่มของผลิตภัณฑ์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าการยอมรับได้ของผู้บริโภคในลักษณะของเนื้อสัมผัส อยู่ในระดับชอบ ในขณะที่ อย่างไรก็ตามคุณสมบัติเฉพาะตัวอย่างหนึ่งของลูกสำรองคือ ความสามารถดึงน้ำเข้าไปไว้ในตัว โดยจะมีลักษณะเป็นเจลและพบว่าการใช้ลูกสำรองในผลิตภัณฑ์สามารถลดปริมาณไขมันได้ถึง 11.20 เปอร์เซ็นต์ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย [4] ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์สูง และส่งผลให้เนื้อสัมผัสในลักษณะของความคงตัว (ความแดง) ดีขึ้น

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์สูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการปรุงสุก ค่าแรงกดทับ ค่าแรงตัดผ่านและค่าการเก็บรักษาน้ำ (aw) ของไส้กรอกแฟรงค์เฟิร์ตที่ใช้ลูกสำรองเป็นองค์ประกอบ

ลักษณะศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (%)				
วันที่ 1	1.12 ± 1.37	1.07 ± 0.22	1.08 ± 0.22	0.97 ± 0.22
วันที่ 2	1.62 ± 1.77	1.54 ± 0.31	1.37 ± 0.33	1.39 ± 0.19
วันที่ 3	1.65 ± 0.74	1.62 ± 0.39	1.77 ± 0.22	1.72 ± 0.26
วันที่ 4	1.93 ± 1.29	1.99 ± 0.22	2.02 ± 0.21	1.94 ± 0.17
วันที่ 5	2.02 ± 1.27	2.06 ± 0.28	2.07 ± 0.21	2.07 ± 0.12
วันที่ 6	2.81 ± 0.75	2.72 ± 0.23	2.74 ± 0.51	2.71 ± 0.43
การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการปรุงสุก (%)	6.52 ± 1.12 ^a	5.12 ± 1.10 ^b	3.15 ± 1.17 ^b	2.38 ± 0.76 ^b
ค่าแรงกดทับ (N)	29.54 ± 0.16 ^a	47.37 ± 0.31 ^b	52.64 ± 0.12 ^b	54.12 ± 0.22 ^b
ค่าแรงตัดผ่าน (N)	16.37 ± 1.12 ^a	26.23 ± 0.91 ^b	27.21 ± 1.29 ^b	28.93 ± 0.89 ^b
ค่าการเก็บรักษาน้ำ	0.99 ± 0.18	0.98 ± 0.22	0.98 ± 0.16	0.97 ± 0.82
ไขมัน (%)	30.19 ± 0.87 ^a	21.78 ± 1.02 ^{ab}	14.54 ± 0.62 ^b	9.76 ± 0.12 ^b

หมายเหตุ ^{ab} อักษรต่างกันในบรรทัดเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)



ภาพที่ 1 ผลลูกสำรอง
ที่มา : <http://frynn.com> [2]



ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจากลูกสำรอง (ก) บรรจุไส้คอกาเลน (ข) บรรจุไส้ธรรมชาติ (ไส้หมู)

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ใช้ลูกสำรองเป็นองค์ประกอบเพื่อทดแทนการใช้ไขมันสัตว์ พบว่า สีและรสชาติของไส้กรอกผู้บริโภครับการยอมรับในระดับดีถึงดีมาก แสดงถึงการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสัตว์ในสูตรการผลิตที่ไม่มีผลต่อเรื่องของรสชาติและสีของผลิตภัณฑ์ และยังทำให้เนื้อสัมผัสดีขึ้น ในขณะที่ลูกสำรองมีราคาต่ำกว่าไขมันสัตว์ (สุกร) ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดลง การศึกษาผลต่อการสูญเสียน้ำหนักหลังการปรุงสุก หลังการต้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 15 นาที พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียในระดับที่ต่ำซึ่งเป็นข้อดีในเรื่องของน้ำหนักสำหรับการจำหน่ายและเกิดการสูญเสียน้ำหนักน้อย แสดงให้เห็นลักษณะของความสามารถในการอุ้มน้ำสูง ทำให้ตัวไส้กรอกมีความเต่ง น่ารับประทาน นอกจากนี้ยังพบว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ใช้ลูกสำรองในสูตรการผลิตยังมีค่าแรงกดทับ และค่าแรงตัดผ่านอยู่ในระดับที่ดี แสดงให้เห็นว่าไส้กรอกมีความคงตัวสูง ดังนั้นจากผลงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสัตว์ในสูตรการผลิตเป็นไส้กรอกที่มีคุณภาพและมีลักษณะโดยรวมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคได้

เอกสารอ้างอิง

- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ม.ป.ป. **ลูกสำรอง.** <http://www.gimyoung.com/general/samlong.php>. 27 มิถุนายน 2558.
- ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. **“จอง”.** <http://www.phargarden.com>. 4 พฤษภาคม 2558.
- ชูศรี วงศ์รัตน. (2537). **เทคนิคการสถิติเพื่อการวิจัย.** กรุงเทพฯ : บริษัท บี เอฟ ไอ จำกัด.
- ประภาศรี เทพรักษา นณีน อ่อนหวาน และอุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์. (2549). การใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอ. **วารสารอาหาร.** 36(3) : 238 - 246.

- ภูธฤทธิ์ รักษาศิริ และธนู วังมะนาว. (2550). **คุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคต่อไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ใช้ไขมันปาล์มเป็นองค์ประกอบ.** การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 243 - 244.
- ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ. (2553). **เทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์.** (พิมพ์ครั้งที่ 1). คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี, เพชรบุรี. 142.
- ภูธฤทธิ์ วิทยาพัฒนานุรักษ์ รักษาศิริ และเสาวภา เขียนงาม. (2555). การใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันสัตว์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ.** 15(3). 184-189.
- Devine, C.E. (1999). Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderization of restrained and unrestrained beef *m.longissimusthoracicus et lumborum*. **Meat Sci.** 51: 61-72.
- Van Oeckel, M. J. (1999). Pork Tenderness Estimation by Taste Panel, Warner-Bratzler Shear Force and Oo-Line Methods. **Meat. Sci.** 53:259-267.
- Wilson, N.R.P. (1981). **Meat and Meat Product. Factor Effecting Quality Control Applied Science Publishers.** London, p.207.

อุบัติการณ์และความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อกลุ่ม Staphylococci ที่แยกได้จากสัตว์เลี้ยงในจังหวัดนครราชสีมา

Prevalence and antimicrobial susceptibility of staphylococci isolated from companion animals in Nakhon-Ratchasima Province

มณฑล วิสุทธิ* และ กัญญฉัตร บุษยวัฒน์ไชย

บทคัดย่อ

เชื้อกลุ่ม Staphylococci เป็นกลุ่มของแบคทีเรียแกรมบวก ที่พบได้ทั่วไปในคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อมบางสายพันธุ์สามารถก่อโรคได้ รวมถึงสามารถกลายพันธุ์เป็นเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะได้ง่าย งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อกลุ่ม staphylococci ในสัตว์เลี้ยง และศึกษารูปแบบความไวต่อยาปฏิชีวนะในเชื้อดื้อยา โดยทำการเก็บตัวอย่างจากสัตว์เลี้ยง 100 ตัว ตัวละ 4 บริเวณ ได้แก่ ปาก โพงงจมูก ขาหนีบและรอบทวารหนัก ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ในสัตว์เลี้ยงทั้ง 100 ตัว ตรวจพบเชื้อกลุ่ม Staphylococci ได้ทุกตัว แบ่งเป็น Coagulase Positive Staphylococci (CoPS) 31% Coagulase Negative Staphylococci (CoNS) 69% Methicillin Resistance Staphylococci (MRS) 32% และ otherstaphylococci 78% จากการตรวจสอบการแพร่กระจายเชื้อตามร่างกายสัตว์พบว่า CoPS พบมากที่สุดที่ปาก (45%) CoNS พบเท่ากันทุกบริเวณ (80-90%) MRS พบมากที่สุดที่บริเวณปากและขาหนีบ (44%) ส่วน other Staphylococci พบเท่ากันทุกบริเวณ (45-54%) และจากการตรวจแยกเชื้อดื้อยาในสัตว์เลี้ยงพบเชื้อดื้อยาในสัตว์เลี้ยง 32 ตัว แยกเชื้อดื้อยาได้ 64 ไอโซเลท เป็นเชื้อ Methicillin Resistance Coagulase Positive Staphylococci (MRCoPS) 10 ไอโซเลท และเป็นเชื้อดื้อยา Methicillin Resistance Coagulase Negative Staphylococci (MRCoNS) 51 ไอโซเลท และเป็นเชื้อดื้อยา otherstaphylococci 3 ไอโซเลท จากการศึกษาแบบความไวต่อยาปฏิชีวนะ พบว่าเชื้อดื้อต่อ Penicillin-G มากที่สุด 41% รองลงมาคือ Oxacillin 34% และเชื้อที่มีลักษณะดื้อต่อยาหลายชนิดมี 33% ในงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าสัตว์เลี้ยงมีเชื้อกลุ่ม staphylococci และในจำนวนนี้มีเชื้อดื้อยา ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันการแพร่กระจายสู่มนุษย์ เมื่อมีการสัมผัสสัตว์เลี้ยง จึงควรตระหนักถึงสุขลักษณะที่ถูกต้อง

คำสำคัญ : เชื้อกลุ่ม Staphylococci, สัตว์เลี้ยง, เชื้อดื้อยาปฏิชีวนะ

Abstract

Staphylococci are a group of Gram-positive cocci bacteria. They are commonly found in people, animals and the environment, some species can cause disease. The bacteria can also acquire resistance to almost available antibiotic treatment. This study was aimed to investigate the anatomical patterns of colonization of pets with Staphylococci and their antimicrobial susceptibility. All swabs were collected from mouth, nares, inguinal, and perineum of 100 pets (dogs, cats and pocket pets). Each swab was cultured and identified Coagulase Positive Staphylococci (CoPS) Coagulase Negative Staphylococci (CoNS) and Methicillin Resistance Staphylococci (MRS). The results presented prevalence of Staphylococci which were isolates in all pets. There were 31% of CoPS (mouth 45%), 69% of CoNS (equal 80-90%), 32% of MRS (mouth and inguinal 44%), and 78%

of Other Staphylococci (equal 45-54%). In addition, 64 isolates of the antibiotic resistance staphylococci were identified from 32 pets. There are 10 isolates of MRCoPS (Methicillin Resistance Coagulase Positive Staphylococci), 51 isolates of MRCoNS, and 3 isolates of methicillin resistance other Staphylococci. Antibiotic profiling of resistance bacteria has demonstrated the bacteria were resistant to Penicillin-G (41%) followed by Oxacillin (34%). Multidrug-resistance bacteria (exhibiting resistance to 3 or more classes of antimicrobials) have possessed 33%. This research suggests that prevalence of Staphylococci and MRS in pets in Nakorn Ratchasima, Thailand. This could cause risks for crosscontamination of dogs and their owners.

Keywords: Staphylococci, Pets, Antibiotic resistance,

บทนำ

เชื้อกลุ่ม Staphylococci สามารถพบได้ตามผิวหนัง และเยื่อผิวของมนุษย์และสัตว์ นอกจากนี้ยังเป็นเชื้อฉวยโอกาสดำรงชีพที่มีความสำคัญในสัตว์เลี้ยง เชื้อกลุ่ม staphylococci ยังแบ่งได้อีก 2 กลุ่มที่สำคัญทางการแพทย์ ได้แก่ เชื้อกลุ่ม Coagulase positive staphylococci (CoPS) ได้แก่ เชื้อ *Staphylococcus aureus* เป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับการเกิดฝีหนอง การติดเชื้อในบาดแผล กลุ่มที่ 2 คือ Coagulase negative Staphylococci (CoNS) ได้แก่ *S. epidermis* และ *S. saprophyticus* (Lilenbaum et al., 2000)

การดื้อต่อยาปฏิชีวนะในกลุ่มบีตาแล็กแทมในเชื้อกลุ่ม Staphylococci มักจะมียีน *mecA* ที่สร้างโปรตีน Penicillin binding protein (PBP2a) ซึ่งจะไปจับที่โครงสร้างวงแหวนของบีตาแล็กแทมของยาปฏิชีวนะ ส่งผลให้เชื้อมีความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะเหล่านี้ (Katayama et al., 2000) การต้านทานต่อยาปฏิชีวนะทำให้มีผลต่อการรักษาโรคทั้งในคนและในสัตว์ ส่งผลให้อาการของโรคเพิ่มขึ้น รวมถึงอัตราการตายที่เพิ่มขึ้น และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการรักษา เชื้อดื้อต่อยาปฏิชีวนะที่พบบ่อย ได้แก่ Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) ในสัตว์มีรายงานการตรวจพบเชื้อดื้อต่อยาปฏิชีวนะในช่วงต้นปี 1999 (Tomlin et al., 1999) จากตัวอย่างสุนัขในโรงพยาบาลสัตว์ จากนั้นมีรายงานการตรวจพบเพิ่มมากขึ้น (Moon et al., 2007; Wedley et al., 2014; Iverson et al., 2015)

การศึกษาเชื้อดื้อต่อยาปฏิชีวนะในสุนัขมีความสำคัญต่อการแพร่ระบาดของเชื้อทั้งในสัตว์และคน โดยเพื่อใช้ในการตรวจติดตามและเฝ้าระวัง รวมถึงพยากรณ์การระบาดของเชื้อในอนาคต การศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า ในสุนัขที่สุขภาพดีมีการตรวจพบเชื้อกลุ่ม staphylococci ดื้อต่อยาปฏิชีวนะได้เช่นกัน แสดงให้เห็นว่าสุนัขเป็นพาหะ และอาจแพร่กระจายเชื้อดื้อต่อยาปฏิชีวนะสู่คนที่ใกล้ชิดกับสุนัขได้ (Baptiste et al., 2005; Loeffler et al., 2005) และมีงานวิจัยต่างๆ ที่แสดงให้เห็นว่ามีการถ่ายโอนเชื้อจากสัตว์สู่คนหรือคนสู่สัตว์

อย่างไรก็ตามจากข้อมูลที่กล่าวมาเป็นการศึกษาในต่างประเทศ สำหรับในประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดนครราชสีมา การศึกษาเชื้อกลุ่ม staphylococci ในสัตว์เลี้ยงยังไม่พบรายงานการศึกษา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงแสดงให้เห็นการแพร่กระจายของเชื้อกลุ่ม staphylococci ในสัตว์เลี้ยง ในพื้นที่ชุมชนเมืองของจังหวัดนครราชสีมา และตรวจสอบรูปแบบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อในกลุ่ม staphylococci ที่แยกได้จากสัตว์เลี้ยง

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างเชื้อแบคทีเรีย

เก็บตัวอย่างเชื้อจากสัตว์เลี้ยงตามบ้านเรือน และโรงพยาบาลสัตว์ในเขต อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ทั้งหมด 100 ตัว โดยทำการเก็บตัวอย่างที่ตำแหน่งต่างๆ ของสัตว์นั้นที่บริเวณโพรงจมูก ปาก ขาหนีบ ระหว่างช่องคลอดและทวาร โดยใช้ cotton swab ที่ปราศจากเชื้อ เปลี่ยนแต่ละบริเวณที่จะเก็บตัวอย่างของสัตว์ จากนั้นป้ายลงบนอาหาร mannitol salt agar (MSA) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง และพิจารณาโคโลนีที่มีลักษณะกลม ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร สีเหลืองทอง สีเหลือง หรือสีขาวขุ่น บนอาหารที่เปลี่ยนเป็น สีเหลืองและไม่เปลี่ยนสีอาหาร จากนั้นโคโลนีเดี่ยวๆ streak ลงบนอาหาร tryptic soy agar (TSA) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง เพื่อเก็บเชื้อและรอการบ่งชี้ลักษณะเชื้อต่อไป

2. การบ่งชี้ลักษณะเชื้อแบคทีเรีย

โดยการย้อมเซลล์ด้วยวิธีแกรม และทดสอบทางชีวเคมี ได้แก่ การใช้น้ำตาล mannitol การสร้างเอนไซม์ catalase และ coagulase โดยมีเชื้อสายพันธุ์มาตรฐาน *S. aureus* ATCC 25923 และ *S. epidermidis* ATCC 35984 (ได้รับความอนุเคราะห์จาก ศ. ดร. ศุภยาศ์ วรภูมิคุณชัย ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)

3. การคัดเลือกหาสายพันธุ์ดื้อยาของเชื้อ

Staphylococci

เพื่อคัดเลือกเชื้อที่มีลักษณะดื้อยาไปศึกษาในการทดลองต่อไปเลี้ยงและนำเชื้อที่ต้องการทดสอบ มาปรับเทียบความขุ่นเท่ากับ McFarland No. 0.5 ทำให้เชื้อมีจำนวน 1.5×10^8 CFU/ml แล้วนำมาเจือจาง 1:100 จะเท่ากับเชื้อ 1.5×10^6 CFU/ml แล้วนำเชื้อปริมาตร 10 ไมโครลิตร หยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller-Hinton agar (MHA) ที่มียา oxacillin 6 µg/ml กับเกลือ 4% NaCl และมีความหนา 4 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ถ้าพบว่าการเจริญของเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อแสดงว่าเป็นเชื้อดื้อยาแต่ถ้าไม่มีการเจริญของเชื้อแสดงว่าเป็นเชื้อไม่ดื้อยาในการทดลองนี้ มีเชื้อควบคุม ได้แก่ เชื้อดื้อยา MRSA NPRC001R และเชื้อไม่ดื้อยา *S. aureus* ATCC 25923

4. การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรีย

โดยวิธี Agar disc diffusion

หาเชื้อที่มีลักษณะเด่น มาตรวจสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะ นำแบคทีเรียที่ต้องการทดสอบเพาะเลี้ยงบน TSA บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ให้ได้โคโลนีเดี่ยวๆ เลือกเชื้อ 3-5 โคโลนี เพาะเลี้ยงใน MHB บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 3-5 ชั่วโมง ปรับความขุ่นให้ได้เท่ากับสารละลาย McFarland No. 0.5 ด้วย 0.85% NaCl (มีเชื้อประมาณ 1.5×10^8 CFU/ml)

ใช้ cotton swab จุ่มเชื้อข้างต้น เกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าอาหาร MHA วางแผ่นยามาตรฐาน ซึ่งยาปฏิชีวนะต่างๆ ที่เลือกใช้ ในการทดลองเป็นยาที่ใช้ในการรักษาการติดเชื้อในคนและสัตว์ได้แก่ Ciprofloxacin Clindamycin Co-Trimoxazole Erythromycin Oxacillin Penicillin-G Streptomycin Tetracycline และ Vancomycin โดยแต่ละแผ่นห่างกันประมาณ 15-20 มิลลิเมตร และห่างจากขอบจานอาหารเลี้ยงเชื้อประมาณ 15 มิลลิเมตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ใช้สายพันธุ์มาตรฐาน *S. aureus* ATCC 25923 ทำการทดสอบกับยาปฏิชีวนะเพื่อใช้เป็น quality control

วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส (inhibition zone) โดยใช้ vernier caliper สำหรับการทดสอบกับแผ่นยามาตรฐาน นำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับตารางมาตรฐาน CLSI ซึ่ง แสดงผลออกมา 3 ลักษณะ ดังนี้ Susceptible (S) เชื้อมีความไวต่อสารต้านแบคทีเรีย Intermediate (I) เชื้อมีความไวปานกลางต่อเชื้อที่ใช้ทดสอบ Resistant (R) เชื้อดื้อต่อสารที่ใช้ทดสอบ

ผลการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างเชื้อ

การเก็บตัวอย่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจำนวน 100 ตัว แบ่งเป็น สุนัข 66 ตัว แมว 11 ตัว และอื่นๆ (แฮมสเตอร์ ชูการ์โกลเดอร์ เม่นแคระและกระต่าย) 23 ตัว นอกจากนี้ยังสามารถแบ่ง ตามสถานที่เก็บตัวอย่างได้เป็นเก็บจากชุมชนเป็นจำนวน 42 ตัว แบ่งเป็น สุนัข 14 ตัว แมว 5 ตัว และสัตว์เลี้ยงชนิดอื่นๆ 23 ตัว และเก็บจากโรงพยาบาลสัตว์เป็นจำนวน 58 ตัว แบ่งเป็น สุนัข 52 ตัว แมว 6 ตัว (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่เก็บตัวอย่างจากชุมชนและโรงพยาบาล

ชนิดสัตว์	ชุมชน	โรงพยาบาล
สุนัข	14	52
แมว	5	6
อื่นๆ*	23	-

* แฮมสเตอร์ ชูการ์โกลเดอร์ เม่นแคระและกระต่าย

2. การตรวจพบเชื้อสแตฟิโลค็อกคัสในสัตว์เลี้ยง

จากการแยกเชื้อกลุ่ม Staphylococci จากสัตว์เลี้ยงในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 100 ตัว (ตารางที่ 2) พบว่าในประชากรสัตว์เลี้ยงทั้งหมดมีเชื้อกลุ่ม Staphylococci ทุกตัว แบ่งเป็นสุนัข 66 ตัว แมว 11 ตัว และอื่นๆ (แฮมสเตอร์ ชูการ์โกลเดอร์ เม่นแคระและกระต่าย) 23 ตัว ในจำนวนนี้แบ่งเป็น CoPS พบจำนวน 31 ตัว แบ่งเป็นสุนัข 21 ตัว แมว 6 ตัว อื่นๆ 4 ตัว คิดเป็น 32%, 55% และ 17% ตามลำดับ และ CoNS พบจำนวน 69 ตัว แบ่งเป็นสุนัข 45 ตัว แมว 5 ตัว อื่นๆ 19 ตัว คิดเป็น 68%, 45% และ 83% ตามลำดับ สำหรับ MRS พบจำนวน 32 ตัว แบ่งเป็นสุนัข 25 ตัว แมว 5 ตัว อื่นๆ 2 ตัว คิดเป็น 38%, 45% และ 9% ตามลำดับ ส่วน other staphylococci พบจำนวน 78 ตัว แบ่งเป็นสุนัข 59 ตัว แมว 6 ตัว อื่นๆ 13 ตัว คิดเป็น 89%, 55% และ 57% ตามลำดับ

3. ตำแหน่งการกระจายของเชื้อบนร่างกายของสัตว์เลี้ยง

จากสัตว์เลี้ยง จำนวน 100 ตัว ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากสัตว์แต่ละตัวทั้งหมด 4 บริเวณ ได้แก่ บริเวณโพรงจมูก ปาก ขาหนีบ ระหว่างช่องคลอดและทวาร ตรวจพบเชื้อ CoPS ที่ปาก 45% และขาหนีบ 39% บริเวณระหว่างช่องคลอดและทวาร 26% และโพรงจมูก 29% สำหรับเชื้อ CoNSตรวจพบได้ทุกส่วนอย่างละเท่าๆ กันที่ประมาณ 80%-90% ของจำนวนสัตว์เลี้ยงทั้งหมด

ส่วนเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะพบการแพร่กระจายที่ปากและขาหนีบ 44% โพรงจมูก 34% ระหว่างช่องคลอดและทวาร 28% เชื้อ other staphylococci ตรวจพบได้ทุกส่วนของร่างกายที่ประมาณ 45%-54% และสำหรับในสุนัข 66 ตัว ตรวจพบเชื้อ CoPS บริเวณร่างกายในปริมาณที่เท่ากัน (33%) สำหรับเชื้อ

CoNS ตรวจพบที่ปาก (91%) ระหว่างช่องคลอดและทวาร (82%) ส่วนเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะพบการแพร่กระจายที่ปาก (44%) และขาหนีบ (40%) เชื้อ other staphylococci ตรวจพบได้ทุกส่วนของร่างกายที่ประมาณ 50%-70%

ตารางที่ 2 การตรวจพบเชื้อกลุ่ม staphylococci ที่แยกได้จากสัตว์เลี้ยงในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

ชนิดสัตว์เลี้ยง (จำนวน)	เชื้อกลุ่ม staphylococci ที่แยกได้จากสัตว์เลี้ยง (%)				
	staphylococci	CoPS ^a	CoNS ^b	MRS ^c	other staph ^d
ทุกชนิด (100)	100 (100%)	31 (31%)	69 (69%)	32 (32%)	78 (78%)
สุนัข (66)	66 (66%)	21 (32%)	45 (68%)	25 (38%)	59 (89%)
แมว (11)	11 (11%)	6 (55%)	5 (45%)	5 (45%)	6 (55%)
อื่นๆ (23)	23 (23%)	4 (17%)	19 (83%)	2 (9%)	13 (57%)

^aCoagulase positive staphylococci, ^bCoagulase negative staphylococci, ^cMethicillin-resistant Staphylococci,

^dเชื้อกลุ่ม staphylococci ที่ไม่เปลี่ยนสีอาหาร mannitol salt agar จากสีแดงเป็นสีเหลือง

ตารางที่ 3 การแพร่กระจายของเชื้อกลุ่ม staphylococci ตามบริเวณต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์เลี้ยง

ชนิดสัตว์เลี้ยง และตำแหน่ง บนร่างกายสัตว์	Prevalence, N (%)			
	CoPS ^a	CoNS ^b	MRS ^c	other staph ^d
ทุกชนิด, 100	31/100	99/100	32/100	100/100
ปาก	14 (45%)	89 (90%)	14 (44%)	46 (46%)
โพรงจมูก	9 (29%)	84 (85%)	11 (34%)	46 (46%)
ขาหนีบ	12 (39%)	83 (84%)	14 (44%)	45 (45%)
รอบทวาร	8 (26%)	83 (84%)	9 (28%)	54 (54%)
สุนัข, 66	21/66	65/66	25/66	66/66
ปาก	7 (33%)	59 (91%)	11 (44%)	38 (58%)
โพรงจมูก	7 (33%)	51 (78%)	9 (36%)	35 (53%)
ขาหนีบ	7 (33%)	50 (77%)	10 (40%)	37 (56%)
รอบทวาร	7 (33%)	53 (82%)	6 (24%)	44 (67%)
แมว, 11	6/11	11/11	5/11	11/11
ปาก	4 (67%)	10 (91%)	2 (40%)	2 (18%)
โพรงจมูก	1 (17%)	10 (91%)	2 (40%)	3 (27%)
ขาหนีบ	4 (67%)	10 (91%)	3 (60%)	2 (18%)
รอบทวาร	1 (17%)	10 (91%)	3 (60%)	3 (27%)
อื่นๆ, 23	4/23	23/23	2/23	23/23
ปาก	3 (75%)	20 (87%)	1 (50%)	6 (26%)
โพรงจมูก	1 (25%)	23 (100%)	0 (0%)	8 (35%)
ขาหนีบ	1 (25%)	23 (100%)	1 (50%)	6 (26%)
รอบทวาร	0 (0%)	20 (87%)	0 (0%)	7 (30%)

^aCoagulase positive Staphylococci, ^bCoagulase negative Staphylococci, ^cMethicillin-resistant Staphylococci,

^dเชื้อกลุ่ม Staphylococci ที่ไม่เปลี่ยนสีอาหาร mannitol salt agar จากสีแดงเป็นสีเหลือง

ตารางที่ 4 จำนวนเชื้อดื้อยาในกลุ่ม staphylococci ทั้งหมด 64 ไอโซเลท ที่แยกได้จากสัตว์เลี้ยงแต่ละชนิด

ชนิดสัตว์เลี้ยง (จำนวน)	MRCoPS ^a (n = 10)	MRCoNS ^b (n = 51)	MROS ^c (n = 3)
ทั้งหมด	10 (100%)	51 (100%)	3 (100%)
สุนัข	4 (40%)	34 (67%)	3 (100%)
แมว	5 (50%)	16 (31%)	-
อื่น ๆ	1 (10%)	1 (2%)	-

^a Methicillin-resistant coagulase positive Staphylococci, ^b Methicillin-resistant coagulase negative Staphylococci,

^c Methicillin-resistant other staphylococci เชื้อกลุ่ม Staphylococci ที่ไม่เปลี่ยนสีอาหาร Mannitol salt agar จากสีแดง เป็นสีเหลือง

ตารางที่ 5 รูปแบบการดื้อต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อดื้อยา 64 สายพันธุ์

กลุ่มยา และยาปฏิชีวนะ	ทั้งหมด (n = 64)	สุนัข (n = 41)	แมว (n = 21)	อื่นๆ (n = 2)
	จำนวน, %	จำนวน, %	จำนวน, %	จำนวน, %
Aminoglycosides				
Streptomycin	13, 21%	11, 27%	2, 10%	0, 0%
β-lactam				
Oxacillin	22, 34%	17, 41%	3, 14%	2, 100%
Penicillin - G	26, 41%	20, 49%	5, 24%	1, 50%
Macrolide				
Erythromycin	11, 17%	7, 17%	4, 19%	0, 0%
Miscellaneous				
Clindamycin	6, 9%	5, 12%	1, 5%	0, 0%
Vancomycin	0, 0%	0, 0%	0, 0%	0, 0%
Quinolones				
Ciprofloxacin	11, 17%	7, 17%	3, 14%	1, 50%
Sulfonamides				
Co - Trimoxazole	1, 2%	1, 2%	0, 0%	0, 0%
Tetracyclines				
Tetracycline	24, 38%	19, 46%	4, 19%	1, 50%
MDR ^a	21, 33%	16, 39%	4, 19%	1, 50%

^a Multidrug resistance (มีการดื้อต่อยาปฏิชีวนะมากกว่า 3 ชนิด หรือ มากกว่า 3 กลุ่มยา)

ในแมว 11 ตัว ตรวจพบเชื้อ CoPS ที่ปาก 67% และ ขาหนีบ 67% สำหรับเชื้อ CoNS ตรวจพบได้ทุกส่วนอย่างละ เท่า ๆ กันที่ประมาณ 90% ของจำนวนสัตว์เลี้ยงทั้งหมด ส่วนเชื้อดื้อต่อยาปฏิชีวนะพบการแพร่กระจายที่ขาหนีบ ระหว่าง ช่องคลอดและทวาร 60% ปากและโพรงจมูก 40% เชื้อ staphylococci กลุ่มอื่นๆตรวจพบได้ทุกส่วนของร่างกายที่

ประมาณ 20%-30% ส่วนในสัตว์เลี้ยงขนาดเล็ก ตรวจพบเชื้อ CoPS ที่ปาก 75% โพรงจมูกและขาหนีบ 25% สำหรับเชื้อ CoNS ตรวจพบได้ทุกส่วนอย่างละเท่าๆกันที่ประมาณ 90-100% ของจำนวนสัตว์เลี้ยงทั้งหมด ส่วนเชื้อดื้อต่อยาปฏิชีวนะพบการแพร่กระจายที่ปาก และขาหนีบ เชื้อ staphylococci กลุ่มอื่น ๆ ตรวจพบได้ทุกส่วนของร่างกายที่ประมาณ 20%-35%

4. รูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อที่แยกได้ในสัตว์เลี้ยง

สัตว์เลี้ยงทั้งหมด 100 ตัว ตรวจพบว่ามีเชื้อดื้อยาทั้งหมด 32 ตัว และแยกเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะได้ทั้งหมด 64 ไอโซเลท (ตารางที่ 4) แบ่งเป็น MRSA 10 ไอโซเลท พบในสุนัข 4 ตัว แมว 5 ตัว และ กระต่าย 1 ตัว ส่วน Methicillin-resistant coagulase negative staphylococci (MRCoNS) 51 ไอโซเลท พบในสุนัข 34 ตัว แมว 16 ตัว และ ชูการ์โกลเดอร์ 1 ตัว และ Methicillin-resistant other staphylococci (MROS) 3 ไอโซเลท พบในสุนัข 3 ตัว

ผลการตรวจสอบรูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะทั้ง 7 กลุ่ม (ตารางที่ 5) มีดังนี้ กลุ่ม Aminoglycosides มีเชื้อดื้อต่อ Streptomycin 21% กลุ่ม β -lactam มีเชื้อดื้อต่อ Oxacillin 34% และ Penicillin-G 41% กลุ่ม Macrolide มีเชื้อดื้อต่อ Erythromycin 17% กลุ่ม Miscellaneous มีเชื้อดื้อต่อ Clindamycin 9% และไม่มีเชื้อดื้อต่อ Vancomycin กลุ่ม Quinolones มีเชื้อดื้อต่อ Ciprofloxacin 17% กลุ่ม Sulfonamides มีเชื้อดื้อต่อ Co-Trimoxazole 2% กลุ่ม Tetracyclines มีเชื้อดื้อต่อ Tetracycline 38% และในงานวิจัยนี้ยังพบอีกว่าเชื้อที่ดื้อยาปฏิชีวนะ 3 กลุ่มขึ้นไป (มีลักษณะที่ดื้อยาปฏิชีวนะหลายชนิด) มี 33% จากทั้งหมด 64 ไอโซเลท

วิจารณ์ผลการวิจัย

จังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัดใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และมีถนนหลักสู่จังหวัดอื่น ๆ ในภูมิภาคดังกล่าว ประชากรในจังหวัดนี้ส่วนหนึ่งมีอาชีพเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์เศรษฐกิจ ได้แก่ วัว ไก่ เป็ด สุกร เป็นต้น จากการสำรวจของปศุสัตว์จังหวัดในปี พ.ศ. 2558 พบว่า มีการเลี้ยงโคเนื้อ (12,893 ตัว) โคนม (1,863 ตัว) ไก่ (281,868 ตัว) เป็ด (43,887 ตัว) และสุกร (8,405 ตัว) สำหรับสัตว์เลี้ยงที่มีการสำรวจ ได้แก่ สุนัข (17,968 ตัว) และแมว (7,253 ตัว) จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า อัตราการใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษาโรคติดเชื้อในสัตว์ก็ต้องมีสูงตามด้วย และจากการสืบค้นข้อมูลการศึกษาเชื้อกลุ่ม Staphylococci ในสัตว์พบว่าในจังหวัดนครราชสีมายังไม่พบรายงานการศึกษา จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยต้องการศึกษาการกระจายตัวของเชื้อกลุ่ม Staphylococci ในสัตว์เลี้ยง ซึ่งเชื้อกลุ่มนี้สามารถก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ได้ และในหลาย ๆ งานวิจัยได้แสดงให้เห็นว่า เชื้อกลุ่ม Staphylococci ในสัตว์เลี้ยง สามารถติดต่อสู่มนุษย์ได้ (Wedley et al., 2014, Iverson et al., 2015)

จากผลการสำรวจเชื้อกลุ่ม Staphylococci ในสัตว์เลี้ยงในเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา พบว่าในสัตว์เลี้ยงทุกตัวที่สำรวจมีเชื้อกลุ่ม Staphylococci ทุกตัว เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีการศึกษา พบว่า ในอังกฤษมีการศึกษาในสุนัข 724 ตัว พบว่ามีเชื้อกลุ่ม Staphylococci 55.1% ในจำนวนนี้เป็น MRSA 1% (Wedley et al., 2014) สำหรับเชื้อที่มีความรุนแรงในการก่อโรค CoPS (*S. aureus*) พบในสัตว์ทั้งหมด 31% และมีเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะ 32% และจากการสำรวจของ Moon และคณะ (2007) ในวัว 3,047 ตัว พบว่ามีวัว 27.4% มีเชื้อ *S. aureus* และในจำนวนนี้เป็นเชื้อ MRSA 2.5% ซึ่งสามารถก่อให้เกิดโรคเต้านมอักเสบในวัว สำหรับการสำรวจในประเทศจอร์แดน พบว่า สุนัข 150 ตัว มีเชื้อ *S. aureus* 12.7% และเป็นเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะ 5.3% (Tarazi et al., 2015) จากข้อมูลที่มีการศึกษามา งานวิจัยส่วนใหญ่ มุ่งเน้นศึกษาเชื้อกลุ่ม Staphylococci ที่มีความสำคัญต่อการก่อโรค เช่น *S. aureus* และ/หรือ CoPS สำหรับในงานวิจัยนี้ได้นับรวม CoNS เข้าไปด้วยจึงส่งผลให้พบเชื้อกลุ่ม Staphylococci ในสัตว์เลี้ยงทุกตัวที่มีการสำรวจ

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังได้แสดงให้เห็นว่า เกือบทุกบริเวณบนร่างกายของสัตว์ ที่มีการเก็บตัวอย่าง สามารถพบเชื้อได้ทุกที่ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การแพร่กระจายเชื้อตามร่างกายของสัตว์ น่าจะมีลิ้น และน้ำลายเป็นสื่อกลาง ซึ่งอาจสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ ที่ได้มีการศึกษาในมนุษย์ พบว่าเชื้อกลุ่ม staphylococci มีแหล่งที่อยู่ในโพรงจมูก หรือเนื้อเยื่อในระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ และแพร่ไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยการศึกษาที่มีไปสัมผัสอวัยวะต่าง ๆ (Wertheim et al., 2005) ซึ่งจากการศึกษาในสัตว์ พบว่า ปากและจมูกเป็นบริเวณที่พบเชื้อกลุ่ม Staphylococci ได้มากที่สุด (Van Duijkeren et al., 2004; Hensel, 2010; May et al., 2012; Savini et al., 2013)

สรุปผลการวิจัย

จากการแยกเชื้อกลุ่ม Staphylococci จากสัตว์เลี้ยงในเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 100 ตัว พบว่าในประชากรสัตว์เลี้ยงทั้งหมดมีเชื้อกลุ่ม Staphylococci ทุกตัว แบ่งเป็น CoPS 31% CoNS 69% MRS 32% และ other staphylococci 78% จากการตรวจสอบการแพร่กระจายเชื้อตามร่างกายสัตว์ตรวจพบเชื้อกลุ่ม staphylococci ได้ทุกบริเวณ และจากการตรวจแยกเชื้อดื้อยาในสัตว์เลี้ยงพบเชื้อดื้อยาในสัตว์เลี้ยง 32 ตัว จากการศึกษา รูปแบบความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อดื้อยา พบว่าเชื้อดื้อยา Penicillin-G 41% Oxacillin 34% Tetracycline 38% Streptomycin 21% Erythromycin 17% Ciprofloxacin 17% Clindamycin 9% Co-Trimoxazole 2% และเชื้อที่มีลักษณะดื้อยาปฏิชีวนะมากกว่า 3 ชนิดมี 33% จากทั้งหมด

64 ไอโซเลท ในงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าบนร่างกายของสัตว์
เลี้ยงมีเชื้อกลุ่ม staphylococci และในจำนวนนี้มีเชื้อดื้อยา
อยู่ด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าของสัตว์เลี้ยง โรงพยาบาลสัตว์อิทธิเวช
โรงพยาบาลสัตว์บ้านหมอตัน และโรงพยาบาลสัตว์ไชนณรงค์
(ตั้งอยู่ใน อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา) ที่ได้ช่วยเหลือ
ในการเก็บตัวอย่างเชื้อ และขอขอบคุณสภาอากาศไทย สำหรับ
การอนุเคราะห์พลาสติกที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

Baptiste, K. E., Williams, K., Williams, N. J., Wattret, A.,
Clegg, P. D., Dawson, S., Corkill J. E., O'Neill T.,
& Hart, C. A. (2005). **Methicillin-resistant
staphylococci in companion animals. Emerging
infectious diseases**, 11(12)

Benito D., Lozano C., Gomez-Sanz E., Zarazaga M., Torres
C. (2013). **Detection of methicillin-susceptible
Staphylococcus aureus ST398 and ST133
strains in gut microbiota of healthy humans
in Spain. Microbial ecology**. 66:105–111.

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2009).
**Methods for Dilution Antimicrobial
Susceptibility tests for Bacteria That Grow
Aerobically; Approved Standard-Eighth Edition.**
CLSI documents M07-A8. Clinical and Laboratory
Standard Institute, Wayne, Pa.

Espinosa-Gongora C., Moodley A., Lipinska U., Broens E.
M., Hermans K., Butaye P., Devriese L. A.,
Haesebrouck F., Guardabassi L. (2014).
**Phenotypes and genotypes of old and
contemporary porcine strains indicate a
temporal change in the *S. aureus* population
structure in pigs. PLOS one** 9(7) : e101988.

Hensel, P. (2010). **An Update on Methicillin-Resistant
Staphylococci in Companion Animals.**
Advances in Small Animal Medicine and Surgery,
23(9), 1-2.

Iverson S. A., Brazil A. M., Ferguson J. M., Nelson K.,
Lautenbach E., Rankin S. C., Morris D. O., Davis
M. F. (2015). **Anatomical patterns of
colonization of pets with staphylococcal
species in homes of people with methicillin-
resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) skin
or soft tissue infection (SSTI). Veterinary
Microbiology** 176, 202–208.

Katayama, Y., Ito, T., & Hiramatsu, K. (2000). **A New class
of genetic element, staphylococcus cassette
chromosome mec, encodes methicillin
resistance in *Staphylococcus aureus*.**
Antimicrobial Agents and Chemotherapy,
44(6), 1549-1555.

Lilenbaum, W., Veras, M., Blum, E., & Souza, G. N. (2000).
**Antimicrobial susceptibility of staphylococci
isolated from otitis externa in dogs. Letters in
applied microbiology**, 31(1), 42-45.

Loeffler, A., Boag, A. K., Sung, J., Lindsay, J. A.,
Guardabassi, L., Dalsgaard, A., Smith H.,
Stevens K. B., & Lloyd, D. H. (2005). **Prevalence
of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*
among staff and pets in a small animal
referral hospital in the UK. Journal of
Antimicrobial Chemotherapy**, 56(4), 692-697.

May, E. R., Kinyon, J. M., & Noxon, J. O. (2012). **Nasal
carriage of *Staphylococcus schleiferi* from
healthy dogs and dogs with otitis, pyoderma
or both. Veterinary microbiology**, 160(3), 443-448.

Moon, J. S., Lee, A. R., Kang, H. M., Lee, E. S., Kim, M. N.,
Paik, Y. H., & Koo, H. C. (2007). **Phenotypic and
genetic antibiogram of methicillin-resistant
staphylococci isolated from bovine mastitis
in Korea. Journal of dairy science**, 90(3),
1176-1185.

Savini, V., Passeri, C., Mancini, G., Iuliani, O., Marrollo,
R., Argentieri, A. V., & Carretto, E. (2013).
**Coagulase-positive staphylococci: my pet's
two faces. Research in microbiology**,
164(5), 371-374.

- Tarazi, Y. H., Almajali, A. M., Ababneh, M. M. K., Ahmed, H. S., & Jaran, A. S. (2015). **Molecular study on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains isolated from dogs and associated personnel in Jordan.** Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 5(11), 902-908.
- Tomlin, J., Pead, M. J., Lloyd, D. H., Howell, S., Hartmann, F., Jackson, H. A., & Muir, P. (1999). **Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in 11 dogs.** The Veterinary Record, 144(3), 60-64.
- Van Duijkeren, E., Box, A. T. A., Heck, M. E. O. C., Wannet, W. J. B., & Fluit, A. C. (2004). **Methicillin-resistant staphylococci isolated from animals.** Veterinary microbiology, 103(1), 91-97.
- Wedley, A. L., Dawson, S., Maddox, T. W., Coyne, K. P., Pinchbeck, G. L., Clegg, P., & Williams, N. J. (2014). **Carriage of *Staphylococcus* species in the veterinary visiting dog population in mainland UK: Molecular characterisation of resistance and virulence.** Veterinary microbiology, 170(1), 81-88.
- Wertheim, H. F., Melles, D. C., Vos, M. C., van Leeuwen, W., van Belkum, A., Verbrugh, H. A., & Nouwen, J. L. (2005). **The role of nasal carriage in *Staphylococcus aureus* infections.** The Lancet infectious diseases, 5(12), 751-762.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่ม สเตอริไลส์พร้อมเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท

Development of low fat sterilized milk supplemented with whey protein hydrolysate

วิศรุช มัลจันทีก, ชิตณรงค์ ถาพินนา และนันท์วุฒิ แส่นตุ้มทอง¹

ชมภูณูช ช้องลา²

สุมาลี มุสิกกา และกึ่งนาง ตะมะระย³

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูง โดยใช้เอนไซม์อัลคาเลส และศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่เติมในนมสเตอริไลส์พร้อมเนย วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ผลการวิจัยพบว่าที่เวลา 90 นาที เวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทมีปริมาณเปปไทด์ (7.03 mg leucine Eq./ml) และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ABTS สูง (1.64 mg Trolox Eq./ml) เวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 1.88% เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่เติมในนมสเตอริไลส์พร้อมเนย ซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ABTS เท่ากับ 1.43 mg Trolox Eq./ml Milk มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ 8.61% และคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 6.25 ผลการวิจัยนี้บ่งชี้ได้ว่าเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทมีศักยภาพในการเสริมฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในนมสเตอริไลส์พร้อมเนย

คำสำคัญ: เวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมเนย

Abstract

The objective of this study were to investigate optimum time for production of whey protein hydrolysate (WPH) with high antioxidant activity using alcalase enzyme. The optimum concentration of WPH powder addition to low fat sterilized milk (LFSM) was also determined. Then, proximate composition, sensory evaluation (9-point hedonic scale), and antioxidant activities of LFSM were determined. The results found that at 90 min, WPH contained high peptide content (7.03 mg leucine/ml) and ABTS radical scavenging activities (1.64 mg Trolox Eq./ml). At 1.88% of WPH powder was the optimum concentration added to LFSM which ABTS radical scavenging activities were 1.43 mg Trolox Eq./ml Milk, respectively. Crude protein and overall acceptability score of LFSM were 8.61% and 6.25, respectively. These results suggested that WPH has a potential as antioxidative supplemented in LFSM.

Keywords: Whey protein hydrolysate, Antioxidant activity, Low fat sterilized milk (LFPM)

¹ นักศึกษาหลักสูตร เทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์นม (ต่อเนื่อง) คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา e-mail: aofslurcub@hotmail.com

² อาจารย์ชมภูณูช ช้องลา สาขาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา e-mail: chompoonuch.2840@gmail.com

³ อาจารย์สุมาลี มุสิกกา และอาจารย์กึ่งนาง ตะมะระย สาขาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา e-mail: musika_noi@hotmail.com; ka_nu_@hotmail.com

บทนำ

นมพร้อมดื่ม คือ นมโคที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคด้วยความร้อนหรือนมสดผ่านความร้อน มี 3 ชนิด คือ นมพาสเจอร์ไรส์ นมสเตอริไลส์ และนมยูเอชที นมพร้อมดื่มมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของประชากรโดยทั่วไปเพราะเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีประโยชน์และจำเป็นต่อร่างกาย (อรุณทิพย์ จุมพลพงษ์, 2548) นมพร้อมดื่มเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนแบ่งทางการตลาดสูง และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทุกเพศทุกวัย แนวโน้มตลาดนมพร้อมดื่มไทยปี 2558 มีมูลค่าประมาณ 30,000 ล้านบาท ปัจจุบันมีแนวโน้มด้านนวัตกรรมของผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่ม คือ การเพิ่ม Functional Ingredients เพื่อตอบโจทย์ด้านสุขภาพในแต่ละกลุ่มวัย ซึ่งกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระกำลังเป็นที่นิยมในคนที่รักสุขภาพ นมสเตอริไลส์ คือ นมสดที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่ต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียสโดยใช้เวลาที่เหมาะสม และต้องผ่านกรรมวิธีทำนมสดให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย นมชนิดนี้เก็บได้นานมากกว่า 1 ปี โดยไม่ต้องแช่เย็น แต่อย่างไรก็ตามการให้ความร้อนสูงและเวลานานทำให้คุณค่าทางโภชนาการลดลง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกนมสเตอริไลส์พร้อมมันเนยมาพัฒนาเป็นนมพร้อมดื่มเสริมสารต้านอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ และสารซึ่งมีออกซิเจนเป็นศูนย์ กลางและไวปฏิกิริยา (Reactive Oxygen Species, ROS) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย ซึ่งโดยปกติร่างกายมนุษย์จะมีระบบต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ เอนไซม์ Superoxide Dismutase, Glutathione Peroxidase, Catalase และ Peroxidase เพื่อกำจัดอนุมูลอิสระ และทำให้ร่างกายอยู่ในสภาวะสมดุล แต่ปัจจุบันการบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสม และการสัมผัสกับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ส่งผลทำให้เกิดการสะสมของอนุมูลอิสระในร่างกาย ซึ่งจะนำไปสู่การเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ มะเร็ง และโรคเรื้อรังอื่น ๆ (Willcox, et al., 2004) มีรายงานว่า สารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินซี วิตามินอี ฟลาโวนอยด์ รวมถึงไบโอแอคทีฟเพปไทด์หรือโปรตีนไฮโดรไลเสท สามารถจับกับอนุมูลอิสระได้หลาย ๆ กลไก ทำให้สามารถต้านการเกิดอนุมูลอิสระได้ เช่น ป้องกันการเกิดออกซิเดชันโดยจับกับ Single Oxygen จับกับอนุมูลอิสระในปฏิกิริยาลูกโซ่ หรือ จับกับโลหะที่เป็นตัวกระตุ้นการเกิดออกซิเดชัน (Mendis, et al., 2006)

เวย์โปรตีน (Whey Protein) เป็นโปรตีนในน้ำนมประเภทหนึ่งซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตเนยแข็ง เวย์โปรตีนประกอบไปด้วยโปรตีนหลายชนิดที่มีประโยชน์ทางด้านโภชนาการ มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งมีมากถึง 90-95% และมีแล็กโทส 3.8-4.0% โปรตีน 0.8-1.0% และแร่ธาตุ 0.7-0.8% (Corrêa, et al., 2014) เวย์โปรตีนทางการค้าสามารถแบ่งตามองค์ประกอบ

ของโปรตีนได้ 3 ชนิด คือ เวย์โปรตีนเข้มข้น (โปรตีน 25-89%) เวย์โปรตีนไอโซเลท (โปรตีน 90-95%) และเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท เวย์ถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารฟังก์ชัน (Functional Food) และนิยมใช้แทนนมในผลิตภัณฑ์นม มีรายงานว่าเวย์โปรตีนไอโซเลท เวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (สุรพงษ์ พินิจกลาง และรัชณี ไสยประจง, 2556) ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุด
2. เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่เติมในผลิตภัณฑ์นมสเตอริไลส์พร้อมมันเนย
3. เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ องค์ประกอบทางเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และนมสเตอริไลส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท

กรอบแนวคิดการวิจัย

1. นำเวย์โปรตีนเข้มข้นทางการค้ามาผลิตเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท โดยใช้อัตราส่วนผงเวย์โปรตีนต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 9 ย่อยด้วยเอนไซม์อัลคาเลส เข้มข้น 2% ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส pH 8.0 เป็นเวลา 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที
2. วิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์ และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ABTS
3. นำตัวอย่างเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุดไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ
4. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผงเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่เติมในผลิตภัณฑ์นมสเตอริไลส์พร้อมมันเนย วิเคราะห์สมบัติการต้านอนุมูลอิสระ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท

เตรียมสารละลายเวย์ทางการค้าที่ความเข้มข้น 10% โดยชั่งตัวอย่างมา 2 กรัม เติมน้ำ 18 มิลลิลิตร แล้วปรับ pH เป็น 8.0 โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์ จากนั้นเติมเอนไซม์อัลคาเลส เข้มข้น 2% แล้วย่อยในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที จากนั้นหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์โดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

ป่นเหรียญที่ความเร็วยรอบ 10000 xg นาน 10 นาที ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำส่วนใสไปวิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์ด้วยวิธี TNBS และวิเคราะห์คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ABTS

2. การหาปริมาณเปปไทด์โดยวิธี TNBS

วิเคราะห์ปริมาณเปปไทด์ของเวย์โปรตีนไฮโดรไลสเสทโดยวิธี Trinitrobenzene sulfonic Acid (TNBS) (Adler-Nissen, 1979) ปีเปตต์ตัวอย่าง 50 ไมโครลิตร เติมน้ำฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.2125 โมลาร์ pH 8.2 ปริมาตร 500 ไมโครลิตร เติมน้ำละลาย TNBS ความเข้มข้น 0.005% ปริมาตร 500 ไมโครลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เติมน้ำละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 1000 ไมโครลิตร เพื่อหยุดปฏิกิริยา ทิ้งไว้ อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที และนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร ปริมาณเปปไทด์แสดงในหน่วยปริมาณสารมาตรฐานลิวซีนต่อมิลลิกรัมตัวอย่าง (mg leucine Eq./ml Sample)

3. ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS

นำตัวอย่างเวย์โปรตีนไฮโดรไลสเสทมาวิเคราะห์คุณสมบัติในการจับอนุมูล ABTS ตามวิธีของ Wiriayaphan *et.al.* (2012) ปีเปตต์ตัวอย่างปริมาตร 20 ไมโครลิตร ทำปฏิกิริยากับสารละลายอนุมูลอิสระ ABTS ปริมาตร 1980 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระแสดงในหน่วยมิลลิกรัม Trolox ต่อมิลลิกรัมตัวอย่าง (mg Trolox Eq./ml Sample)

4. การเตรียมโปรตีนไฮโดรไลสเสทผง

เลือกตัวอย่างเวย์โปรตีนไฮโดรไลสเสทที่ระยะเวลา 90 นาที ซึ่งมีปริมาณเปปไทด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง มาขยายกำลังการผลิต โดยซึ่งเวย์โปรตีนเข้มข้นทางการค้า 100 กรัม เติมน้ำสะอาด 800 มิลลิกรัม นำมาปรับ pH เป็น 8.0 โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 โมลาร์ เติมน้ำสะอาดให้ครบ 1000 มิลลิกรัม นำมาอุ่นที่อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30 นาที จากนั้นเติมเอนไซม์อัลคาเลส เข้มข้น 2% แล้วย่อยเป็นเวลานาน 90 นาที จากนั้นหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์โดยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 10 นาที จากนั้นทำให้เย็นลง และนำไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (lyophilization) นำไปวิเคราะห์ ปริมาณเปปไทด์ และองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และคาร์บอนตามวิธี AOAC (2000) และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ

5. อัตราส่วนที่เหมาะสมของผงเวย์โปรตีนไฮโดรไลสเสทที่เติมในนมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมไขมันเนย

นำผงเวย์โปรตีนไฮโดรไลสเสทมาเติมในผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมไขมันเนย ความเข้มข้น 0-2.38%

โดยนำนมมาอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เติมน้ำตาล 2.5% และผงเวย์โปรตีนไฮโดรไลสเสท (0, 0.63, 1.25, 1.88 และ 2.38%) ทำการพาสเจอร์ไรส์ต่อที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส 5 นาที บรรจุในขวดแก้ว และนำไปสเตอริไลส์ที่อุณหภูมิ 108 องศาเซลเซียส 20 นาที จากนั้นนำตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ องค์ประกอบทางเคมี และทดสอบทางประสาทสัมผัส

6. การวิเคราะห์ทางด้านเคมี

นำนมสเตอริไลส์พร้อมไขมันเนยเสริมเวย์ไฮโดรไลสเสทที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มาวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl, ไขมัน และคาร์บอนตามวิธี AOAC (2000)

7. การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างนมสเตอริไลส์พร้อมไขมันเนยที่ผสมเวย์โปรตีนไฮโดรไลสเสทที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale โดยทดสอบคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น ความขม รสชาติ ความเป็นเนื้อเดียวกัน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทั้งหมด 20 คน

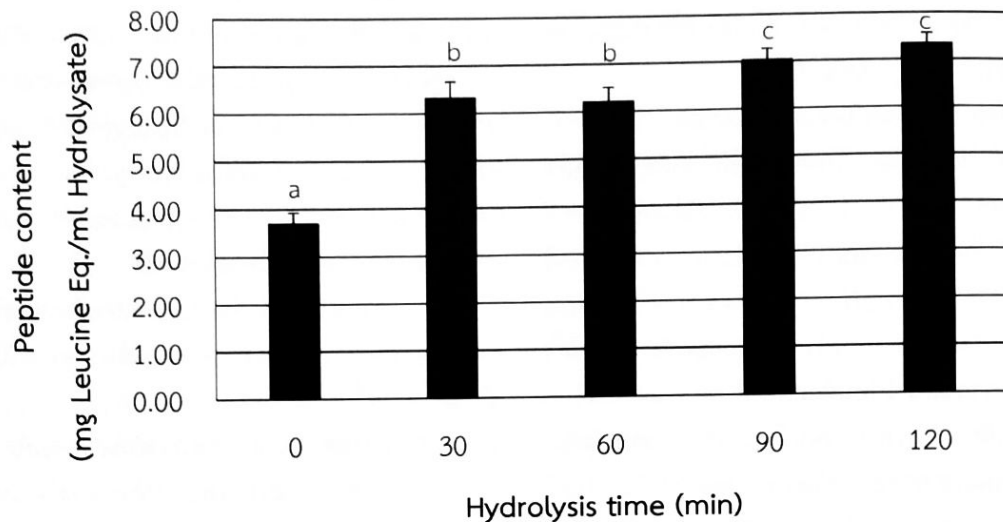
8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ ผลการทดลองแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรม SPSS package (SPSS 17.0 for Windows, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ปริมาณเปปไทด์

จากการนำเวย์โปรตีนทางการค้ามาย่อยด้วยเอนไซม์อัลคาเลสภายใต้สภาวะที่เหมาะสม คือ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส pH 8.0 เป็นเวลา 0-120 นาที พบว่าเวย์โปรตีนที่ย่อยด้วยเอนไซม์อัลคาเลสมีปริมาณเปปไทด์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และปริมาณเปปไทด์เริ่มคงที่ที่เวลาการย่อย 90 นาที เมื่อเปรียบเทียบกับเวย์โปรตีนที่ไม่ผ่านการย่อย (ที่เวลา 0 ชั่วโมง) (ภาพที่ 1, $p < 0.05$) ซึ่งบ่งชี้ได้ว่าเอนไซม์อัลคาเลสสามารถย่อยเวย์โปรตีน และปลดปล่อยเปปไทด์ออกมาตามระยะเวลาการย่อยที่เพิ่มขึ้น ที่ระยะเวลาการย่อย 90 และ 120 นาที มีปริมาณเปปไทด์สูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7.00 ± 0.24 และ 7.33 ± 0.22 mg Leucine Eq./ml Hydrolysate ตามลำดับ การที่ปริมาณเปปไทด์ไม่เปลี่ยนแปลงหลังจากเวลาการย่อย 90 นาที เนื่องจากเอนไซม์อาจเสียสภาพ หรือพันธะเปปไทด์ที่เอนไซม์อัลคาเลสมีความจำเพาะเจาะจงมีปริมาณลดลง



ภาพที่ 1 ปริมาณเปปไทด์ในเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ย่อยด้วยเอนไซม์ Alcalase 2% ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส pH 8.0 เป็นเวลา 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

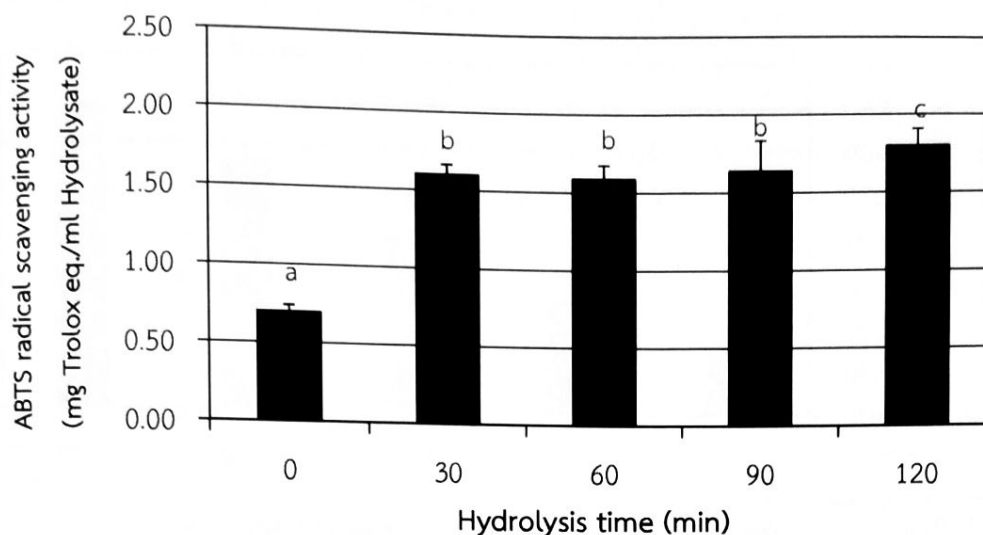
2. ความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ ABTS

จากการที่นำเวย์โปรตีนทางการค้ามาย่อยด้วยเอนไซม์ อัลคาเลสภายใต้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส pH 8.0 เป็นระยะเวลา 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที พบว่าเวย์โปรตีนที่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์อัลคาเลสที่เวลาต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ด้านอนุมูลอิสระ ABTS สูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการย่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2, $p \leq 0.05$) ผลของฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS ช่วงเวลาการย่อย 0, 30 และ 60 นาที มีความสอดคล้องกับปริมาณเปปไทด์ที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1) ที่เวลา 90 นาที เวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่มีปริมาณเปปไทด์เพิ่มขึ้น ที่เวลา 120 นาที ความสามารถในการให้อิเล็กตรอนกับ ABTS เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูงสุดมีค่าเท่ากับ 1.79 ± 0.11 mg Trolox Eq./ml Hydrolysate

ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของโปรตีนขึ้นอยู่กับชนิดของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีน โดยกรดอะมิโนที่มีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดีจะมีหมู่ไฮดรอกซิลที่มีหมู่ซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ (Nucleophilic Sulfur-Containing Side Chain) เช่น ซิสทีอีน และเมทไธโอนีน หรือมีหมู่ไฮดรอกซิลที่มีวงแหวน (Aromatic Side Chain) เช่น ทรีโพรเฟน ไทโรซีน และฟีนิลอะลานีน ซึ่งมีไฮโดรเจนอะตอมที่สามารถถูกดึงออกได้ง่าย นอกจากนี้หมู่อิมิดาโซล (Imidazole Groups) ของฮิสทีดีนก็มีความสัมพันธ์ในการต้านอนุมูลอิสระเช่นกัน แต่ปัญหาอย่างหนึ่งที่จำกัดความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของโปรตีนคือ การมีโครงสร้างตติยภูมิของโปรตีน ดังนั้นการแยกสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างตติยภูมิ มีผลให้หมู่ไฮดรอกซิลของกรดอะมิโนที่มีสมบัติใน

การต้านอนุมูลอิสระเผยออกมา ทำให้เปปไทด์สายสั้นและกรดอะมิโนอิสระที่ได้มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น (Elias, Kellerby and Decker, 2008)

เอนไซม์อัลคาเลสเป็นเอนไซม์ทางการค้าที่ผลิตจากแบคทีเรีย *Bacillus licheniformis* ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนที่สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเอนไซม์โปรตีนอื่น ๆ และยังพบว่าเอนไซม์อัลคาเลสให้ผลผลิตของเปปไทด์ที่มีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูง และสามารถตัดพันธะเปปไทด์ภายในสายโปรตีน (Endoproteinase) และมีความจำเพาะที่กว้าง (Broad Specificity) ทำให้ได้เปปไทด์สายสั้น โดยมีความจำเพาะสูงต่อกรดอะมิโนที่เป็นวง (Phe, Try, Tyr) กรดอะมิโนที่เป็นกรด (Glu) กรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ (Met) กรดอะมิโนที่เป็นโซ่ตรง (Leu, Ala) กรดอะมิโนที่มีหมู่ -OH (Ser) และกรดอะมิโนที่เป็นเบส (Lys) (Doucet, et al., 2003) ดังนั้น เอนไซม์อัลคาเลสอาจย่อยเวย์โปรตีนซึ่งประกอบด้วยกรดอะมิโนที่มีกำมะถันเป็นองค์ประกอบสูง (Sulfur-Containing Amino Acids) คือ ซิสเตอีน และเมทไธโอนีน (ธนกร ศิริสมุท, 2558) และปลดปล่อยเปปไทด์ที่ประกอบไปด้วยกรดอะมิโนดังกล่าวออกมา ซึ่งกรดอะมิโนดังกล่าวมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระสูง ส่งผลให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เป็นโปรตีน งานวิจัยนี้บ่งชี้ได้ว่าคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระนอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณเปปไทด์ยังขึ้นกับชนิดและลำดับกรดอะมิโนในสายเปปไทด์ด้วย



ภาพที่ 2 ความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ ABTS ในเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ย่อยด้วยเอนไซม์ Alcalase 2% ภายใต้สภาวะอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส pH 8.0 เป็นเวลา 0, 30, 60, 90 และ 120 นาที
หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสทผง

จากผลปริมาณเปปไทด์และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เลือกเวลาการย่อยที่ 90 นาที มาขยายสเกลในการผลิตภายใต้สภาวะที่เหมาะสม เนื่องจากปริมาณเปปไทด์คงที่ที่เวลาการย่อย 90 นาที (ภาพที่ 1) และคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาการย่อย 90 และ 120 นาที (ภาพที่ 2) นำเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทไปทำแห้งโดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (lyophilization) ซึ่งได้ผลผลิต (%yield) เท่ากับ 76% และเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท

ผงประกอบด้วยปริมาณความชื้น เกล็ด และโปรตีน เท่ากับ 5.58 ± 1.28 , 3.98 ± 0.10 และ $63.40 \pm 0.07\%$ ตามลำดับ และประกอบด้วยเปปไทด์ 143.82 ± 5.73 mg leucine Eq./g Sample และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS เท่ากับ 62.08 ± 6.56 mg Trolox Eq./g Sample (ตารางที่ 1) จากนั้นนำผงเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทไปศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่เติมในผลิตภัณฑ์นมสเตอริไลส์พร้อมมันเนยเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพต่อไป

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณเปปไทด์ และคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ABTS ของผงเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท

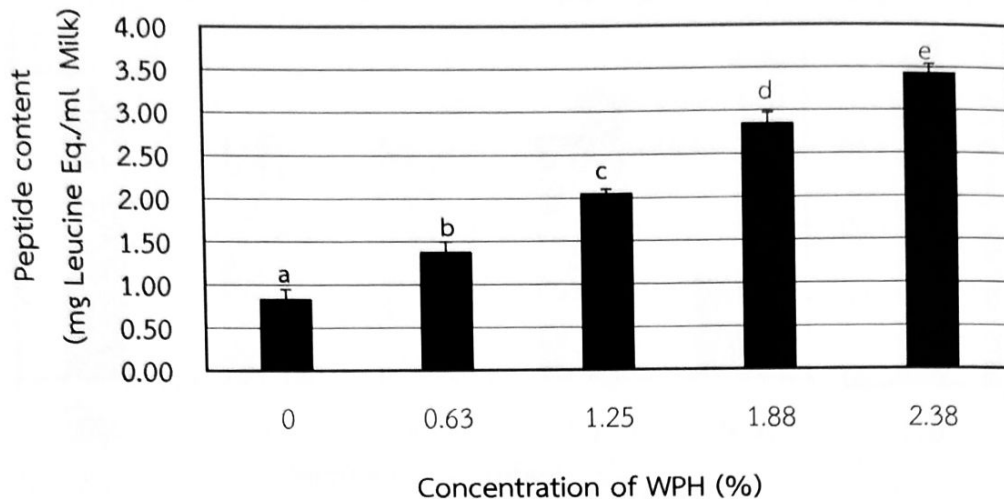
องค์ประกอบ	ปริมาณ
ความชื้น (%)	5.58 ± 1.28
เกล็ด (%)	3.98 ± 0.10
โปรตีน (%)	63.40 ± 0.07
เปปไทด์(mg leucine Eq./g sample)	143.82 ± 5.73
ความสามารถในการต้านอนุมูล ABTS (mg Trolox Eq./g Sample)	62.08 ± 6.56

4. การเติมผงเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทลงในผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มพร้อมมันเนย

4.1 ปริมาณเปปไทด์

เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่เติมลงในผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มพร้อมมันเนยสเตอริไลส์ โดยเติมผงเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.00, 0.63, 1.25, 1.88 และ 2.38% ในนมสเตอริไลส์

พร้อมมันเนย พบว่า ปริมาณเปปไทด์เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของผงเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้เติม (ภาพที่ 3, $p \leq 0.05$) การเติมผงเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 2.38% มีปริมาณเปปไทด์สูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.42 ± 0.11 mg Leucine Eq./ml Milk



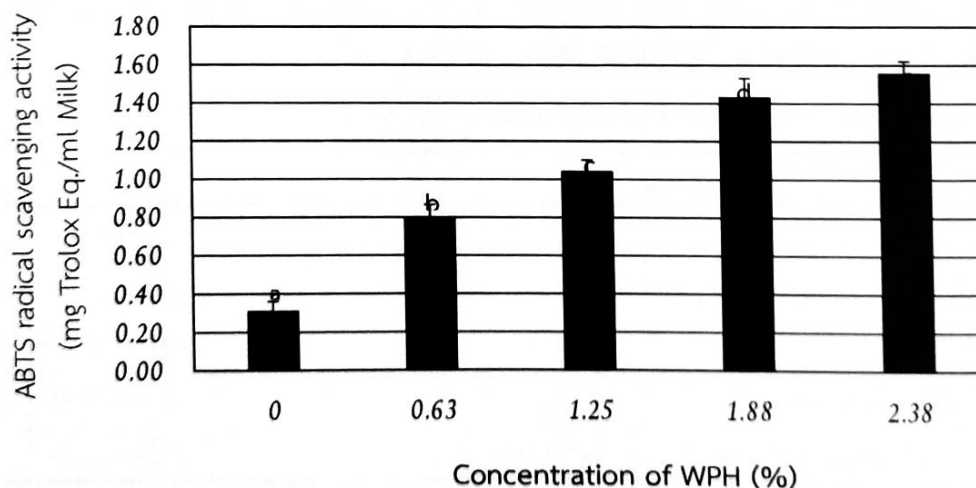
ภาพที่ 3 ปริมาณเปปไทด์ในผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมไขมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.2 คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ABTS ของผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมไขมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท ที่ความเข้มข้น 0.00-2.38%

จากการเติมผงเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทลงในผลิตภัณฑ์ที่ระดับความเข้มข้น 0.00-2.38% ในนมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมไขมันเนย พบว่า ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ ABTS เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของผงเวย์โปรตีนไฮ

โดรไลเสทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้เติม (ภาพที่ 4, $p \leq 0.05$) และการผงเติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 2.38% มีความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ ABTS สูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.56 ± 0.06 mg Trolox Eq./ml Milk ผลความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ABTS มีความสอดคล้องกับปริมาณเปปไทด์ที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 4 ความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ ABTS ของนมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมไขมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.00-2.38%

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5. องค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท

จากผลการทดลองหาองค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท ที่ระดับความเข้มข้น 0.00-2.38% พบว่า เมื่อความเข้มข้นเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความชื้นลดลง และปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น และไม่มีผลต่อปริมาณเถ้า (ตารางที่ 2) การที่ความชื้นลดลงเนื่องมาจากปริมาณของแข็งใน

นมสเตอริไลส์เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท ที่ความเข้มข้นเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท 2.38% ในนมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมมันเนย มีค่าความชื้นเท่ากับ $85.27 \pm 0.38\%$ มีปริมาณโปรตีนเท่ากับ $9.02 \pm 0.29\%$ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเท่ากับ $4.69 \pm 0.12\%$ ดังนั้น การเติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท นอกจากจะเสริมคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมมันเนยแล้ว ยังสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อีกด้วย

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีในผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น (%)	ปริมาณ (%)			
	ความชื้น	เถ้า ^{ns}	โปรตีน	คาร์โบไฮเดรต nd
0	87.40 ± 0.01^c	0.89 ± 0.04	6.30 ± 0.06^a	5.41 ± 0.42
0.63	86.54 ± 0.04^b	0.89 ± 0.03	7.19 ± 0.24^b	5.38 ± 0.22
1.25	86.58 ± 0.02^b	0.88 ± 0.02	7.69 ± 0.12^c	4.85 ± 0.14
1.88	85.48 ± 0.08^a	0.83 ± 0.25	8.61 ± 0.29^d	4.72 ± 1.05
2.38	85.27 ± 0.38^a	0.96 ± 0.02	9.02 ± 0.29^d	4.69 ± 0.12

หมายเหตุ: คาร์โบไฮเดรตได้จากการคำนวณจากสูตร $100 - (\text{ความชื้น} + \text{เถ้า} + \text{โปรตีน})$

ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ภายในคอลัมน์เดียวกัน

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และ nd = Not Detect

6. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสสนมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสสนมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.63-2.38% พบว่า ความเข้มข้นของเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท ไม่มีผลต่อความชอบของผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมมันเนยในด้านสี (ตารางที่ 3, $p > 0.05$) แต่มีผลต่อด้านกลิ่น รส รสชาติ ความขม ความเป็นเนื้อเดียวกัน และความชอบโดยรวม พบว่าด้านกลิ่นรสสนมสเตอริไลส์ที่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.63-2.38% ไม่มีความแตกต่างกับนมพร้อมดื่มที่ไม่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท ด้านรสชาติ พบว่า ผู้บริโภคชอบสูตรที่เวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทความเข้มข้น 0.00-1.88% ไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 3, $p > 0.05$) แต่ชอบด้านรสชาติสูตรที่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น

2.38% น้อยกว่านมพร้อมดื่มสเตอริไลส์ที่ไม่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสททั้งส่วนด้านความขม พบว่าผู้บริโภคชอบสูตรที่ไม่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท และที่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.63 และ 1.88% ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) ซึ่งมีความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย แต่ชอบด้านความขมสูตร 0.00 และ 0.63% มากกว่าสูตร 1.25 และ 2.38% ส่วนความชอบด้านความเป็นเนื้อเดียวกันสูตรที่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.00-1.88% ไม่แตกต่างกัน แต่ชอบสูตรที่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 2.38% น้อยกว่าสูตรที่ไม่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท ($p \leq 0.05$) ส่วนด้านความชอบโดยรวม พบว่าผู้บริโภคชอบสูตรที่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 0.00-1.88% ไม่แตกต่างกัน แต่ชอบสูตรที่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสทที่ความเข้มข้น 2.38% น้อยกว่าสูตรที่ไม่เติมเวย์โปรตีนไฮโดรไลเสท ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น WPH (%)	สี ^{ns}	กลิ่นรส	รสชาติ	ความขม	ความเป็นเนื้อเดียวกัน	ความชอบโดยรวม
0	6.30±1.87	5.60±1.39ab	5.90±2.13b	6.25±1.68c	6.45±1.67b	6.45±1.67b
0.63	6.60±1.19	5.10±1.33ab	5.90±1.71b	5.90±1.65c	6.50±1.50ab	6.50±1.50b
1.25	6.70±1.17	5.15±1.46ab	4.95±1.88ab	4.45±2.16ab	5.55±2.06ab	5.55±2.06ab
1.88	6.25±1.33	5.75±1.68b	5.80±2.24b	5.45±2.01bc	6.25±1.83ab	6.25±1.83b
2.38	6.15±1.57	4.85±1.98a	4.30±2.11a	4.35±2.21a	5.05±2.48a	5.05±2.48a

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ภายในคอลัมน์เดียวกัน

ns = ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ดังนั้น งานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าเลือกผลิตเวย์โปรตีนไฮโดรไลสที่เวลาการย่อย 90 นาที และจากผลการทดลองปริมาณเปปไทด์ คุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ABTS องค์ประกอบทางเคมี (ปริมาณโปรตีน) และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเลือกเวย์โปรตีนไฮโดรไลสที่ความเข้มข้น 1.88% เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มสเตอริไลส์ไขมันต่ำเสริมเวย์โปรตีนที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ชี้แนะสวดพาสเจอร์ไรส์พร้อมมันเนยในการผลิตนมสเตอริไลส์พร้อมมันเนยเสริมเวย์โปรตีนไฮโดรไลส ดังนั้น เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนควรใช้นมดิบในการผลิตแทน

เอกสารอ้างอิง

- ธนกร ศิริสมุทร. (2558). คุณค่าทางโภชนาการและประโยชน์ทางการแพทย์ของเวย์โปรตีน. วารสารไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ, 10, 75-80.
- สุรพงษ์ พินิจกลาง และรัชณี ไสยประจง. (2556). การตรวจวัดปริมาณแอกติวิตีสารลดความความดันโลหิตและสารต้านอนุมูลอิสระของไบโอแอคทีฟเพปไทด์จากเวย์โปรตีนไฮโดรไลสไฮโดรไลส. สาขาวิชาการจัดการธุรกิจอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 44: 393-396.
- อรุณทิพย์ จุมพลพงษ์. (2548). พฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มของผู้บริโภคในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิตปริญญาโท สาขาการจัดการทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

- Adler-Nissen, J. (1979). Determination of the degree of hydrolysis of food protein hydrolyzates by trinitrobenzenesulfonic acid. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 27: 1256-1262.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis 17th edition. Gaithersburg, Maryland: Association of Official Chemists.
- Doucet, D., Otter, D. E., Gauthier, S. F., and Foegeding, E. A. (2003). Enzyme-induced gelation of extensively hydrolyzed whey proteins by Alcalase: Peptide identification and determination of enzyme specificity. J Agric Food Chem. 50: 6300-6308.
- Elias, R. J., Kellerby, S. S., and Decker, E. A. (2008). Antioxidant activity of proteins and peptides. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 48: 430-441.
- Mendis, E., Rajapakse, N., and Kim, S. K. (2006). Antioxidant properties of a radical scavenging peptide purified from enzymatically prepared fish skin gelatin hydrolysate. J Agric Food Chem. 53: 581-587.
- Willcox, J. K., Ash, S.L., and Catignani, G. L. (2004). Antioxidants and prevention of chronic disease. Food Sci Nutr. 44: 275-295.
- Wiriayaphan, C., Chitsomboon, B., and Yongsawadigul, J. (2012). Antioxidant activity of protein hydrolysates derived from threadfin bream surimi by products. Food Chemistry. 132: 104-111.

การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่และการใช้ประโยชน์จากหม่อนผลสด ในจังหวัดนครราชสีมาด้วยระบบภูมิสารสนเทศ

Land suitability analysis for and utilization of fresh mulberry in Nakhon Ratchasima Province using geographic information system

โกวิท มณฑา, ณัฏพล จำปาชัยศรี และสุทธธีรภัฏ มานะงาน

Kowit Monka, Nutchaphon Jumpachaisri and Suttiruk Manangan

วาสนา ภาณุรักษ์

Wassana Phanurak*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมา โดยอาศัยเกณฑ์การประเมินที่ดินของ FAO และกรมพัฒนาที่ดิน ด้วยวิธีการให้ค่าคะแนนและค่าถ่วงน้ำหนัก โดยใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2) ลักษณะเนื้อดิน 3) ความลาดชัน 4) ความลึก 5) การระบายน้ำ 6) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลการศึกษสามารถจัดระดับความเหมาะสมได้เป็น 3 ระดับได้แก่ พื้นที่ที่เหมาะสมมาก มีพื้นที่ 5,896,484 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 46.02 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง มีพื้นที่ 6,750,390 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 52.70 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่เหมาะสมน้อย มีพื้นที่ 163,515 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.28 ของพื้นที่ศึกษา ตามลำดับ จากการศึกษาการใช้ประโยชน์จากหม่อนผลสดพบว่าสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้ 1) น้ำหม่อนพร้อมดื่ม 2) แยมหม่อน 4) หม่อนกวน 5) แชมพูจากผลหม่อน 6) น้ำยาล้างจานจากผลหม่อน 6) ไวน์ผลหม่อน เป็นต้น

คำสำคัญ : ระบบภูมิสารสนเทศหม่อนผลสดหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ศักยภาพเชิงพื้นที่

Abstract

This study aimed to analyze potential areas suitable for growing mulberry fruits in Nakhon Ratchasima province. Based on the evaluation criteria of the FAO Land and Land Development Department. With the scores and weighted. The problems associated with factors include 1) Rainfall average 2) Soil texture, 3) slope 4) Depth 5) drainage 6) fertility of soil. The result can be a suitable area for a very reasonable three levels. The area is 163,515 Rai, representing 1.28 percent of the study area. The area has an area of 6,750,390 Rai, representing a moderate 52.70 percent of the study area. Areas less suitable areas 5,896,484 Rai, representing 46.02 of the study area in order to study the use of mulberry fruits that can be processed into various products as follows: 1) water, mulberry juice 2) jam. mulberry 4) mulberry stirred 5) shampoo from mulberry 6) dishwashing liquid from mulberry 6), the mulberry wine.

Keywords: GIS, fresh mulberry, mulberry seeds Chiangmai, potential areas.

สาขาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 30000

* Corresponding author, e-mail: Want23@hotmail.commail.com

บทนำ

ในอดีตประเทศไทยที่ผ่านมาหม่อนนั้นได้ทำการปลูกเพื่อเลี้ยงไหม เน้นการผลิตรังไหมและเส้นไหมนำมาถักทอเป็นผืนผ้า และเครื่องนุ่งห่ม ต่อมาใช้ผลหม่อนเป็นพืชสมุนไพรทั้งในและต่างประเทศ มีสรรพคุณแก้อาการเวียนศีรษะหน้ามืดตาลาย หูอื้อ ผมหงอกก่อนวัย คอแห้งกระหายน้ำ ช่วยให้นอนหลับ และช่วยระบายท้อง ชาวไทยภูเขาภาคเหนือจำนวนมากปลูกหม่อนผลสดไว้เป็นไม้ผลริมรั้วไว้จำหน่ายให้นักท่องเที่ยวและชาวไทยพื้นราบ เช่น ที่ตลาดต้นลำไย ตลาดต้นพะยอม อำเภอเมือง และริมทางหลวงบริเวณโครงการหลวงอินทนนท์ที่บ้านขุนกลาง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ในต่างประเทศนิยมทำอาหาร และเครื่องดื่มจากผลไม้กลุ่มเบอร์รี่มาก อีกทั้งผลไม้เหล่านี้มีราคาแพง เช่น ในรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศอเมริกา มีราคาสูงถึง 800-1,200 บาทต่อκιโลกรัม องค์การเภสัชกรรมของอังกฤษ ได้นำผลหม่อนมาผลิตยาแผนปัจจุบัน เป็นยาน้ำเชื่อม ช่วยขับเสมหะ เป็นยาระบาย และใช้แก้ปวด ลดอาการอักเสบลำคอ เป็นต้น (วารสารสถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ, 2550 : หน้า 41) พื้นที่ปลูกหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมาทั้งหมด 50 ไร่ อำเภอวังน้ำเขียวพื้นที่ 20 ไร่ อำเภอสูงเนินพื้นที่ 30 ไร่ (ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ นครราชสีมา, 2559) หม่อนผลสดที่ปลูกในจังหวัดนครราชสีมาเป็นหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่ ซึ่งเป็นพันธุ์หม่อนผลสดที่ได้ดำเนินการสำรวจ รวบรวมพันธุ์จากเกษตรกร นำมาเปรียบเทียบผลผลิต ศึกษาวิธีการเกษตรกรรม ขยายพันธุ์ ตลอดจนวิธีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาและเภสัชวิทยา ศูนย์วิจัยหม่อนไหมอุดรธานี ศูนย์วิจัยหม่อนไหมแพร่ และสถานีทดลองหม่อนไหมเชียงใหม่ พบว่า เป็นพันธุ์หม่อนที่ให้ผลผลิตสูง คุณภาพดี เหมาะสำหรับบริโภคผลสดและแปรรูปในเชิงอุตสาหกรรม (วารสารสถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ, 2550 : หน้า 40) หม่อนผลสดเป็นผลผลิตทางการเกษตรชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาแปรรูปได้หลายอย่าง สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร ได้วิจัยและพัฒนาวิธีการแปรรูปหม่อนผลสด เช่น การทำแยม เยลลี่ ลูกอม ไวน์ และน้ำผลไม้ พร้อมดื่ม สามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไวน์หม่อนผลสด และน้ำผลหม่อนพร้อมดื่ม ฯลฯ ให้กับผู้ผลิตระดับครัวเรือน ไปจนถึงภาคอุตสาหกรรม การส่งเสริมการปลูกหม่อนผลสด เป็นทางหนึ่งที่สามารถสร้างผลผลิตทางการเกษตรที่สูง และมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง (วารสารสถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ, 2550 : หน้า 41)

การศึกษาค้นคว้าได้ใช้ระบบภูมิสารสนเทศเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการประเมินความเหมาะสมของที่ดินสำหรับการปลูกหม่อนผลสด ซึ่งมีการนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของหม่อนผลสด ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ลักษณะเนื้อดิน ความลาดชันของพื้นที่ ความลึกของดิน การระบายน้ำของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน มาทำการวิเคราะห์แบบซ้อนทับ (Overlay) และประเมินความเหมาะสมของที่ดิน ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับปลูกเป็นพืชทางเลือกเพื่อการบริโภค และเสริมสร้างรายได้ทางเศรษฐกิจให้กับครัวเรือน เพื่อความมั่นคงทางอาหารในจังหวัดนครราชสีมาต่อไป

วัตถุประสงค์

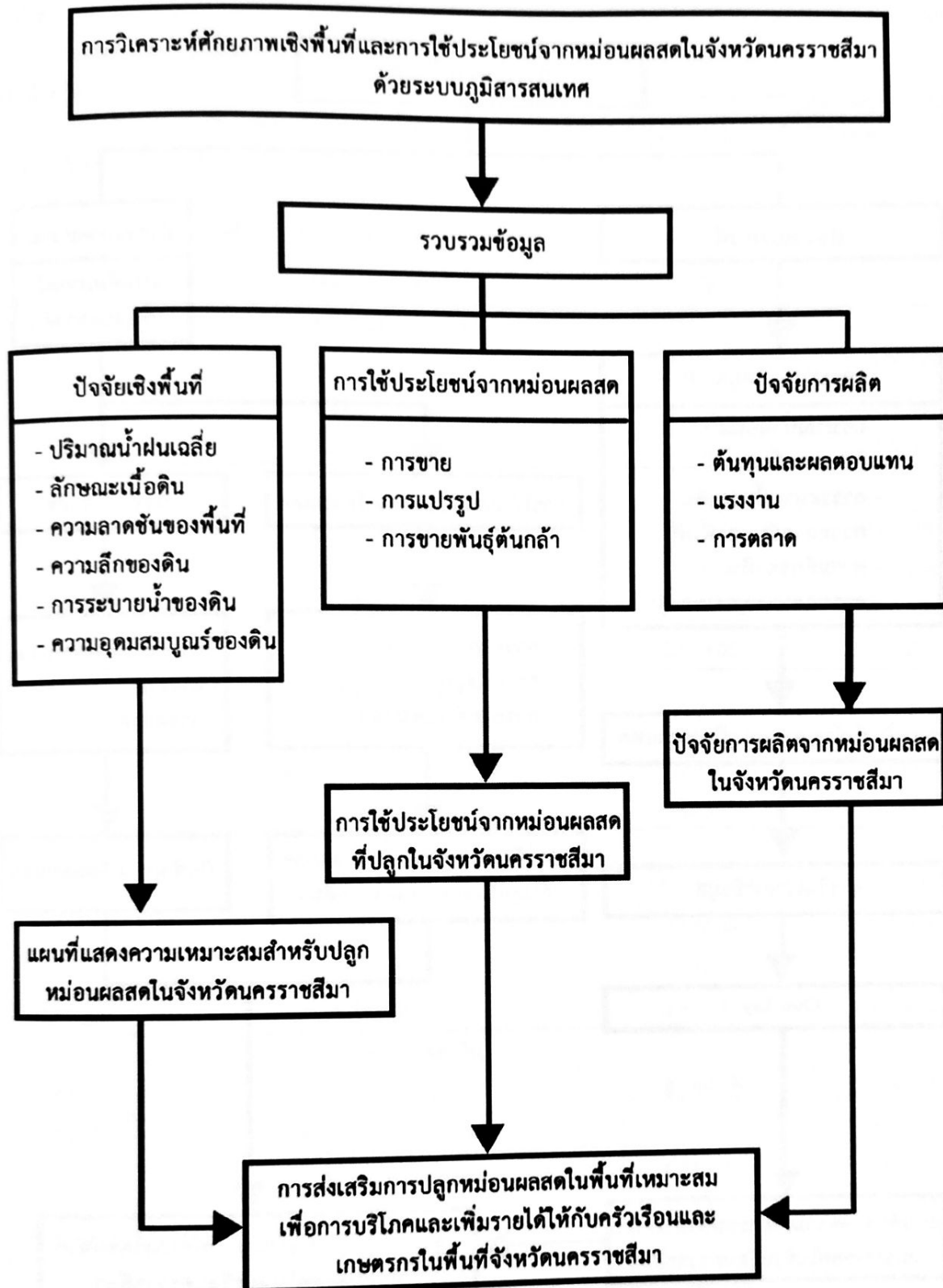
1. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับปลูกหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมา
2. เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ที่ปลูกหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมา
3. เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากหม่อนผลสดที่ปลูกในจังหวัดนครราชสีมา

กรอบแนวคิดในการวิจัย

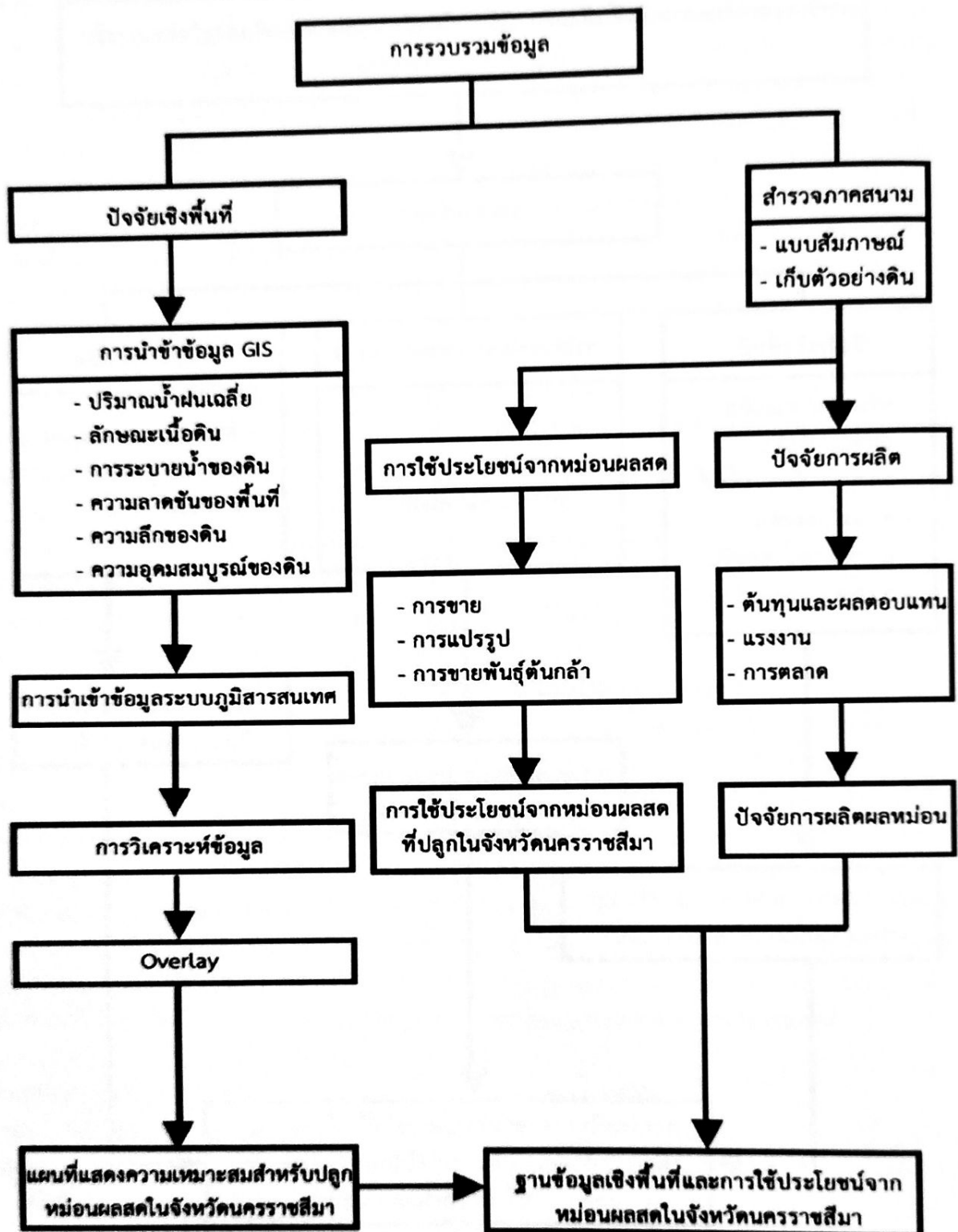
การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่และการใช้ประโยชน์จากหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมาด้วยระบบภูมิสารสนเทศ ได้วางกรอบแนวคิดไว้ดังนี้ รวบรวมข้อมูล ปัจจัยเชิงพื้นที่การวิเคราะห์ความเหมาะสมของที่ดิน โดยมีปัจจัยนำเข้าดังนี้ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ลักษณะเนื้อดิน ความลาดชันของพื้นที่ ความลึกของดิน การระบายน้ำของดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยนำมาวิเคราะห์แบบซ้อนทับ (Overlay) การศึกษาการใช้ประโยชน์จากหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมา และปัจจัยการผลิตหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมาดังภาพที่ 1

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้ามีขั้นตอนการศึกษาดังนี้ 1) การรวบรวมข้อมูล 2) ปัจจัยเชิงพื้นที่ ได้แก่ 2.1) การนำเข้าข้อมูลทางภูมิสารสนเทศ 2.2) การวิเคราะห์ข้อมูล 2.3) วิเคราะห์ด้วยเทคนิคการซ้อนทับ (Overlay) 2.4) พื้นที่กันออกนอก 3) สারণภาคสนาม 3.1) แบบสัมภาษณ์ 3.2) การเก็บตัวอย่างดิน 4) การศึกษาการใช้ประโยชน์จากหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ การขาย การแปรรูป การขายพันธุ์ต้นกล้า 5) ปัจจัยการผลิต ได้แก่ ต้นทุนผลตอบแทน แรงงาน และการตลาด ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์ปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับปลูกหม่อน
ผลสดในจังหวัดนครราชสีมา

การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงพื้นที่ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ
ได้นำปัจจัยมาวิเคราะห์ 6 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

2) ลักษณะเนื้อดิน 3) ความลาดชัน 4) ความลึกของดิน 5) การ
ระบายน้ำของดิน 6) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน มาวิเคราะห์
ด้วยวิธีการแบบซ้อนทับ (Overlay) ข้อมูลดังตารางที่ 1

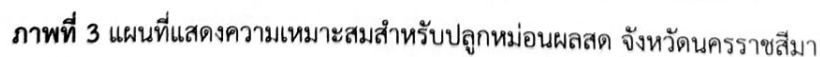
ตารางที่ 1 แสดงปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับปลูกหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมา

ลำดับ	ปัจจัยความเหมาะสม	ตร.กม.	ไร่
R1	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย		
S1	799.84-1,011.81	7,006.95	4,379,344
S2	1,011.81-1,223.77	34.0413	21,275.81
S3	1,223.77-1,435.75	11.7024	7,314
R2	ลักษณะเนื้อดิน		
S1	ดินร่วน	14,235.21	8,897,006
S2	ดินทราย	1,616.31	1,010,194
S3	ดินเหนียว	2,407.77	1,504,856
Nodata	ไม่มีข้อมูล	2,434.05	1,521,281
R3	ความลาดชัน		
S1	.000011901 - 6.225070622	3,120.21	1,950,131
S2	6.225070623 - 12.45012934	169.65	106,031.3
S3	12.45012935 - 18.67518806	22.32	13,950
R4	ความลึกของดิน		
S1	>100	10,702.62	6,689,138
S2	100 - 25	7,556.49	4,722,806
S3	<25	0	0
Nodata	ไม่มีข้อมูล	2,474.37	1,546,481
R5	การระบายน้ำของดิน		
S1	ดี - ค่อนข้างมาก	8,189.73	5,118,581
S2	ปานกลาง - ค่อนข้างเลว	3,173.31	1,983,319
S3	ค่อนข้างเลว - เลว,	6,896.07	431,004
Nodata	ไม่มีข้อมูล	2,474.37	1,546,481
R6	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน		
S1	สูง	0	0
S2	สูง - ปานกลาง	5,831.64	3,644,775
S3	ปานกลาง - ต่ำ	12,427.47	7,767,169
Nodata	ไม่มีข้อมูล	2,474.19	1,546,369

พื้นที่เหมาะสมมาก ส่วนใหญ่กระจายอยู่ในพื้นที่

- 1) อำเภอลำทะเมนชัย
- 2) อำเภอโนนสูง
- 3) อำเภอเทพารักษ์
- 4) อำเภอโนนไทย
- 5) อำเภอห้วยแถลง
- 6) อำเภอเมืองนครราชสีมา
- 7) อำเภอจักราช
- 8) อำเภอขามทะเลสอ
- 9) อำเภอสีคิ้ว

- พื้นที่เหมาะสมน้อย ส่วนใหญ่กระจายอยู่ในพื้นที่
1) อำเภอปากช่อง 2) อำเภอครบุรี 3) อำเภอวังน้ำเขียว
ดังภาพที่ 3



การศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการใช้ประโยชน์หม่อนผลสด ในจังหวัดนครราชสีมา ได้แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัย ได้แก่ 1) ข้อมูลการใช้ประโยชน์หม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมา 2) ปัจจัยการผลิตหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งได้รวบรวมข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ มีรายละเอียดข้อมูล ดังนี้

- จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ปลูกหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่
ทั้งหมด 50 ไร่ ได้แก่ อำเภอวังน้ำเขียวมีพื้นที่ 20 ไร่ อำเภอสูงเนิน
มีพื้นที่ 30 ไร่ ซึ่งได้มีการนำผลหม่อนมาใช้ประโยชน์ในการขาย
และการแปรรูป รวมถึงขายพันธุ์ต้นกล้า โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2 การใช้ประโยชน์หม่อนผลสดสวนแม่หม่อน ตำบลวังหมี่ อำเภอลำดวน จังหวัดนครราชสีมา

ผลหม่อนสด	ขายปลีก	150 บาท / 1 กิโลกรัม
	ขายส่ง	80 บาท / 1 กิโลกรัม
ผลิตภัณฑ์แปรรูป	น้ำหม่อนพร้อมดื่มขวดเล็ก	20 บาท
	น้ำหม่อนแบบเข้มข้น	85 บาท
	แยมหม่อน	60 บาท
	แยมพุดจากผลหม่อน	50 บาท
	น้ำยาล้างจาน	25 บาท

ตารางที่ 3 การใช้ประโยชน์หม่อนผลสดวัดใหม่สันติ หมู่ 5 ตำบลมะเกลือใหม่ อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดนครราชสีมา

ผลหม่อนสด	ขายปลีก	150 บาท / 1 กิโลกรัม
	ขายส่ง	80 บาท / 1 กิโลกรัม
ผลิตภัณฑ์แปรรูป	น้ำหม่อนพร้อมดื่มขวดเล็ก	20 บาท
	น้ำหม่อนแบบเข้มข้น	85 บาท
	แยมหม่อน	60 บาท
	แยมพุดจากผลหม่อน	50 บาท
	น้ำยาล้างจาน	25 บาท

ตารางที่ 4 การใช้ประโยชน์หม่อนผลสดกลุ่มชุมชนบ้านผู้ใหญ่บ้าน หมู่ 5 ตำบลมะเกลือใหม่ อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดนครราชสีมา

ผลหม่อนสด	ขายปลีก	150 บาท / 1 กิโลกรัม
	ขายส่ง	80 บาท / 1 กิโลกรัม
ผลิตภัณฑ์แปรรูป	น้ำหม่อนพร้อมดื่มขวดเล็ก	20 บาท
	น้ำหม่อนพร้อมดื่มแบบเข้มข้น	35 บาท

3.2) ปัจจัยการผลิตหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมา

1. ปัจจัยการผลิต

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามโดยการสัมภาษณ์ ซึ่งพื้นที่ในการสัมภาษณ์ปัจจัยการผลิตหม่อนผลสดในครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่ สวนแม่หม่อน ตำบลวังหมี่ อำเภอลำดวน จังหวัดนครราชสีมา เนื่องจากพื้นที่ส่วนนั้นมีการจัดการพื้นที่เป็นระเบียบและอนุญาตในการเผยแพร่ข้อมูลปัจจัยการผลิต ได้แก่ 1) ข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทน 2) แรงงาน 3) การตลาด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ต้นทุนและผลตอบแทน

พื้นที่สวนแม่หม่อนได้ขายสินค้าในรูปของผลหม่อนสดและสินค้าแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งต้นทุนของสินค้านั้นจะอยู่ที่ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของราคา ค่าปุ๋ยในการปลูกต้นหม่อนทางสวนแม่หม่อนใช้ปุ๋ย 3 ชนิดได้แก่ 1) ปุ๋ยคอก (ขี้วัว) 2) ปูนขาว 3) ปุ๋ยชีวภาพ ใช้ 1 ครั้งต่อ 1 ปี 1 ต้นต่อ 1 กระสอบ ส่วนราคากระสอบละ 30 บาท รายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงต้นทุนและผลตอบแทน สวนแม่หม่อน ตำบลวังหมี่ อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดนครราชสีมา

สินค้า	ทุน (50% ราคาขาย)	ราคาขาย
น้ำหม่อน	15	35
ผลหม่อน	50/kg	ปลีก 150 ส่ง 100
หม่อนกวน	25	50
แยมหม่อน	20	40
ต้นหม่อน	50	100

ตารางที่ 6 แสดงการใช้ปุ๋ย สวนแม่หม่อน ตำบลวังหมี่ อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดนครราชสีมา

ชนิดปุ๋ย	ราคา	ปริมาณ
ปุ๋ยคอก(ขี้วัว) 1 ครั้ง/ปี	30 บาท /กระสอบ	1 ตัน /กระสอบ
ปุ๋ยขาว 1 ครั้ง/ปี (เปลือกหอย)	10 บาท /กระสอบ	1 ตัน
ปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ด	30 บาท /กระสอบ	3 kg (รอบละ 1 kg) ให้หลังออกผล

1.2 แรงงาน

ปัจจัยแรงงานเป็นปัจจัยหลักของการผลิตทั้งหมด และมีมูลค่าสูง ซึ่งสวนแม่หม่อนได้จ้างแรงงานเฉลี่ยต่อวันทั้งหมด 5 คน ราคา 2,000 บาท (คนละ 400 บาท) ค่าจ้างแรงงานเฉลี่ยรายเดือน 37,750 บาท ซึ่งมีจำนวนแรงงานไม่แน่นอน เมื่อคิดค่าจ้างแรงงานเป็นรายปี เท่ากับ 453,000 บาท

1.3 การตลาด

สวนแม่หม่อนมีแหล่งการขายที่สามารถเผยแพร่ได้ทั้งหมด 6 แหล่ง ได้แก่ 1) วังน้ำขุ่นฟาร์ม 2) กลุ่มแม่ค้าไทยสามัคคี วัดบ้านไร่ 2 3) ฟาร์มเกษตรพญาเย็น 4) แพทย์ทางเลือกจังหวัดปราจีนบุรี 5) ตัวเมืองโคราช 6) ขายในบริเวณสวน

ตารางที่ 7 แสดงแรงงาน สวนแม่หม่อน ตำบลวังหมี่ อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดนครราชสีมา

แรงงาน	ราคา/บาท	จำนวนแรงงาน/บาท
รายวัน (เฉลี่ย)	2,000	5 คน คนละไม่เกิน 400 บาท เล็กน้อยตามตำแหน่งที่รับผิดชอบ)
รายเดือน (เฉลี่ย)	37,750	จำนวนแรงงานไม่แน่นอน
รายปี (เฉลี่ย)	453,000	จำนวนแรงงานไม่แน่นอน

ตารางที่ 8 แสดงการตลาด สวนแม่หม่อน ตำบลวังหมี่ อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดนครราชสีมา

แหล่งรับซื้อ	ราคา	สินค้า	รอบการสั่ง
วังน้ำขุ่นฟาร์ม	6000 บาท	แปรรูป	เดือนละครั้ง
กลุ่มแม่ค้าไทยสามัคคี วัดบ้านไร่ 2	5000 บาท	แปรรูป	ต่อเดือน
ฟาร์มเกษตร พญาเย็น	7000 บาท	แปรรูป	ต่อเดือน
แพทย์ทางเลือกที่ปราจีนบุรี	10,000 บาท/ครั้ง	แปรรูป	2 เดือน/ครั้ง
ในเมืองโคราช	20,000 บาท	แปรรูป	1 เดือน
ขายเฉพาะในสวน	ระบุไม่ได้		

(รายได้ต่อปี ประมาณ 1,000,000 บาท รายได้ต่อเดือน เฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 100,000 บาท หักจากค่าแรง)

สรุปผลการวิจัย

ผลการประเมินหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับปลูกหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ปัจจัยวิเคราะห์ 6 ปัจจัย 1) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2) ลักษณะเนื้อดิน 3) ความลาดชันของพื้นที่ 4) ความลึกของดิน 5) การระบายน้ำของดิน 6) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ข้อมูลของปัจจัยทั้งหมดถูกสร้างเป็นฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านกายภาพและข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ประมวลผลชั้นข้อมูลต่างๆ จากการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับปลูกหม่อนผลสดในจังหวัดนครราชสีมา สามารถจัดระดับความเหมาะสมได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่พื้นที่ที่เหมาะสมมาก พื้นที่เหมาะสมปานกลาง พื้นที่เหมาะสมน้อย ดังนี้ พื้นที่ที่เหมาะสมมาก มีพื้นที่ 5,896,484 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 46.02 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่เหมาะสมปานกลาง มีพื้นที่ 6,750,390 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 52.70 ของพื้นที่ศึกษา และพื้นที่เหมาะสมน้อย มีพื้นที่ 163,515 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.28 ของพื้นที่ศึกษา

การใช้ประโยชน์ได้นำผลหม่อนมาใช้ประโยชน์ในด้านการขาย โดยจะแบ่งเป็น 2 แบบคือ ขายปลีกและขายส่ง ดังนี้ ผลหม่อนสดขายปลีกในบริเวณสวนในราคา กิโลกรัมละ 150 บาท ผลหม่อนสดขายส่งให้กับกลุ่มร้านค้าทั่วไปในราคา กิโลกรัมละ 100 บาท และได้้นำผลหม่อนสดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ 1) น้ำหม่อนพร้อมดื่มขวดเล็ก ราคาขวดละ 35 บาท 2) น้ำหม่อนพร้อมดื่มขวดใหญ่ไม่มีน้ำตาล ราคาขวดละ 80 บาท 3) แยมหม่อน ราคากระปุกละ 40 บาท 5) หม่อนกวน ราคาถุงละ 50 บาท 6) พันธุ์ต้นกล้าหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ ราคาต้นละ 35 บาท

ข้อเสนอแนะ

1 ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

1.1 ฐานข้อมูลที่น่ามาใช้ในการวิเคราะห์ควรจะต้องมีการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลใหม่ให้เป็นปัจจุบันก่อนที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์จึงจะได้ผลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

1.2 ควรมีปัจจัยที่มีการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกหม่อนผลสดรวมกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ทางด้านคุณภาพของหม่อนผลสดทางการตลาด เป็นต้น

1.3 ข้อมูลระดับพื้นที่ของแต่ละหน่วยงานต่าง ๆ ข้อมูลบางชนิดไม่มีการจัดเก็บหรือมีการจัดเก็บน้อย อาจทำให้ข้อมูลมีความยุ่งยาก

2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

2.1 สามารถนำฐานข้อมูลที่ได้ไปใช้ในองค์ประกอบสำหรับการศึกษาสิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ด้านเชิงพื้นที่ได้

2.2 ฐานข้อมูลที่ได้จากการวิจัย หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันในพื้นที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนาด้านเกษตรกรรม ได้ตามความเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ สำเร็จลุล่วงได้ดี ต้องขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วาสนา ภานุรักษ์ และคณาจารย์สาขาวิชาภูมิสารสนเทศและเกษตรกรรมที่ปลูกหม่อนผลสดที่ได้ร่วมให้ข้อมูลทุกท่าน

ตลอดจนนักวิชาการศึกษาที่ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางการกระบวนการทำงานวิจัยในครั้งนี้ และนักศึกษาสาขาวิชาภูมิสารสนเทศทุกคนที่แบ่งปันความรู้คำแนะนำ และช่วยเหลือต่างๆด้วยดีเสมอมา และขอขอบพระคุณสถานที่พัฒนาที่ดินเขต 3 นครราชสีมา ที่อนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

- ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ เชียงใหม่ สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1. (ม.ป.ป). **ผลผลิตหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ (กก./ไร่) ใน 2 ระบบการปลูก. หม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่.** กรมวิชาการเกษตร.
- ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ เชียงใหม่ สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1. (ม.ป.ป). **แสดงผลผลิตหม่อนนอกฤดูปลูก ที่เกิดจากการโน้มกิ่ง ตัดยอดและริดใบ ของหม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่. หม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่.** กรมวิชาการเกษตร.
- ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ เชียงใหม่ สำนักงานวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1. (ม.ป.ป). **องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญในผลหม่อนและผลสุกหม่อนพันธุ์ต่าง ๆ. หม่อนผลสดพันธุ์เชียงใหม่.** กรมวิชาการเกษตร.
- ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ. (2559). **คุณค่าทางโภชนาการ.** นครราชสีมา
- ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ. (2559). **ต้นมัลเบอร์รี่ (Mulberry).** นครราชสีมา
- ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ. (2559). **พื้นที่ปลูกหม่อนผลสด.** นครราชสีมา
- ศูนย์อุทกวิทยาสลประทานภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. (2559). **ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝน.** (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2559, เข้าถึงจาก <http://www.hydro-4.com>
- สถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ. (2550). **ความสำคัญของหม่อนผลสด.** วารสารสถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ.
- สถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ. (2550). **คุณสมบัติทางเคมีของหม่อนผลสด.** วารสารสถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ.

สถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ. (2550). **คุณสมบัติทางด้าน
เกษตรกรรม**. วารสารสถาบันหม่อนไหม
เฉลิมพระเกียรติฯ.

สถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ. (2550). **เปรียบเทียบ
ผลผลิตผลหม่อนพันธุ์ต่าง ๆ**. วารสารสถาบันหม่อนไหม
เฉลิมพระเกียรติฯ.

สถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ. (2550). **ส่วนประกอบของ
ผลหม่อนในผลทามและผลสุกของหม่อนพันธุ์ต่าง ๆ**.
วารสารสถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ.

สถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ. (2550). **แสดงเปอร์เซ็นต์
การรอดตายของหม่อนพันธุ์เชียงใหม่ โดยวิธีขยายพันธุ์
แบบต่าง ๆ ในปี 2545**. วารสารสถาบันหม่อนไหม
เฉลิมพระเกียรติฯ.

สถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ. (2550). **หม่อนผลสด
พันธุ์เชียงใหม่**. วารสารสถาบันหม่อนไหม
เฉลิมพระเกียรติฯ.

สถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ. (2550). **องค์ประกอบของ
ต้นหม่อนพันธุ์ต่าง ๆ ขณะเก็บเกี่ยวผลผลิตผลหม่อน**.
วารสารสถาบันหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ.

สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. (2559).
ข้อมูลชุดดินในจังหวัดนครราชสีมา. (ออนไลน์).
สืบค้นเมื่อ 27 สิงหาคม 2559, เข้าถึงจาก http://oss101.ldd.go.th/web_thaisoils/soilseries/series_NE.htm

การศึกษาสมรรถนะของการผลิตไฟฟ้าของปล่องลมแดด จากวัสดุต้นทุนต่ำ

A performance study of electricity solar chimney by low cost materials

พงษ์ศักดิ์ จิตตบุตร*, อีรพงษ์ สิงห์สกุล และบำรุง บุญลอย

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องการศึกษาสมรรถนะการผลิตไฟฟ้าจากปล่องลมแดดจากวัสดุเหลือใช้ในการก่อสร้าง โดยใช้หลักการของปรากฏการณ์เรือนกระจก โดยอากาศที่ร้อนจะถ่ายพลังงานจลน์ให้แก่กังหันซึ่งสามารถนำไปหมุนเครื่องกำเนิดพลังงานไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้าได้ โครงสร้างปล่องลมแดดประกอบด้วย ท่อพลาสติก (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว มีความสูง 1, 2, 3 และ 4 เมตร ตามลำดับ หลังคารับแสงอาทิตย์มีพื้นที่ 16 ตารางเมตร โดยใช้พลาสติกใสปกคลุมหลังคารับแสงอาทิตย์ และกังหันผลิตไฟฟ้าจะใช้แบบหลายใบพัด ผลการทดลองปรากฏว่าความสูงของปล่องลมแดดที่ให้สมรรถนะสูงสุดคือ 4 เมตร ที่ช่วงเวลา 11.00 น. - 14.00 น. โดยที่ค่าคงที่ของรังสีอาทิตย์เฉลี่ยเดือนเมษายนมีค่าเท่ากับ 940.54 วัตต์ต่อตารางเมตร ความเร็วลมสูงสุดประมาณ 1.82 เมตรต่อวินาที โดยที่ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากปล่องลมแดดประมาณ 1.39 กิโลวัตต์ ประสิทธิภาพหลังคารับแสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 73.46 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพปล่องลมเท่ากับ 26.83 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพของระบบปล่องลมแดดเท่ากับ 9.29 เปอร์เซ็นต์ และคำนวณหา สมรรถนะได้เท่ากับ 13.93 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : ปล่องลมแดด, สมรรถนะ, ประสิทธิภาพ, กำลังไฟฟ้า, วัสดุต้นทุนต่ำ

Abstract

This study performance of electricity from solar chimney from low cost materials. The principle of the green house effect, the generated thermal energy is converted to kinetic energy in the chimney and ultimately to electric energy via and wind turbine and a generator. Chimney structures compose of plastic pipe (PVC) of 3 inches diameter with height of 1, 2, 3 and 4 meters, respectively. The solar collector area has 16 m². The transparent plastic roof covering solar and wind power generation use were multiple blades. The results shown that the height of the chimney performance at 4 meter showed the maximum of solar radiation constant observed between 11 a.m. and 1 p.m., the average solar radiation constant in April was 940.54 W/m², the maximum wind speed was 1.82 m/s and the power produced from chimney was 1.39 kW. The efficiency of solar collector was 73.46 %, the efficiency of chimney was 26.83% and the performance of solar chimney power plant was 13.93 %.

Keywords : Solar chimney, Performance, Efficiency, Power energy, Low cost materials

หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
340 ถ.สุรนารายณ์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
*Pongsak.ey@gmail.com, 044009009-1303

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันเกิดการขาดแคลนพลังงานซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด แต่ความต้องการใช้พลังงานยังคงเพิ่มมากยิ่งขึ้น โดยการผลิตพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันนั้น ผลิตจากถ่านหินและน้ำมันซึ่งเป็นสิ่งที่ใช้แล้วหมดไปโดยไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้และยังเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาพลังงานทดแทนจากสิ่งต่าง ๆ หรือจากทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นในการดำเนินชีวิตประจำวัน และเป็นสิ่งสำคัญพื้นฐานในการขับเคลื่อนทางเศรษฐกิจ แต่เนื่องจากไฟฟ้า เป็นสิ่งที่ไม่สามารถกักเก็บได้ และความต้องการไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาไม่เท่ากัน จึงจำเป็นต้องจัดหาพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการใช้ไฟฟ้าตลอดเวลา

การหาพลังงานทดแทนจากสิ่งต่าง ๆ หรือจากทรัพยากรที่มีอยู่มาผลิตไฟฟ้า ยกตัวอย่างเช่นการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตไฟฟ้า พลังงานจากแสงอาทิตย์นั้นจะมาในรูปแบบของความเข้มแสงและความร้อน โดยความเข้มแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงกว่าภาคอื่น ๆ โดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 18-19 MJ/m²-day แม้เป็นบริเวณกว้าง การจะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาอยู่ในรูปแบบที่สามารถใช้งานได้สะดวกจะต้องใช้เทคโนโลยีค่อนข้างสูง และยังส่งผลต่อต้นทุนที่สูงตามมา เช่น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ เป็นต้น ซึ่งต้นทุนในการสร้างโซลาร์เซลล์นั้นค่อนข้างสูง และจะต้องใช้พื้นที่เป็นจำนวนมากจึงจะได้ไฟฟ้าที่เพียงพอต่อความต้องการ และข้อเสียของโซลาร์เซลล์อีกหนึ่งอย่างก็คือโซลาร์เซลล์นั้นจะไม่ชอบความร้อนแต่จะชอบความเข้มแสงซึ่งแดดในประเทศไทยนั้นจะมาพร้อมกันทั้งความเข้มแสงอาทิตย์และความร้อนจึงทำให้ประสิทธิภาพของโซลาร์เซลล์น้อยเกินไป (อาทิตย์ และทวีช, 2548) ดังนั้นจึงเป็นเรื่องเร่งด่วนในการพัฒนาเทคโนโลยีที่ใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความคุ้มค่าและลดต้นทุนในการผลิต ทั้งยังเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่สะอาด และเป็นเทคโนโลยีที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ยกตัวอย่างเช่นการผลิตไฟฟ้าจากปล่องลมแดด

ปล่องลมแดด (Solar Chimney) เป็นเทคโนโลยีการเปลี่ยนพลังงานแสงแดดเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยแรงลอยตัวของอากาศร้อน หอคอยแสงแดดต้องมีหลังคาโปร่งแสงเพื่อรับแสงแดดและถ่ายเทความร้อนให้กับวัสดุรองรับ วัสดุรองรับถ่ายเทความร้อนให้อากาศ อากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้นและเคลื่อนที่ไปที่ปล่องโดยความลาดชันของหลังคารับแสงเพื่อหมุนกังหันลมที่ได้ปล่อง กังหันลมเปลี่ยนพลังงานจลน์เป็นแรงหมุนและเจนเนอเรเตอร์เปลี่ยนแรงหมุนเป็นไฟฟ้าอีกต่อหนึ่ง หลังจากผ่านกังหันลมแล้วอากาศร้อนลอยออกจากปล่องทางด้านบนของปล่อง โดยงานวิจัยที่น่าสนใจมีดังนี้

Mohammad O. Hamdan (2013) ได้ศึกษารูปแบบความร้อนทางคณิตศาสตร์ของการไหลของอากาศคงที่ในปล่องลมแดด โดยการปรับปรุงสมการของแบ努รีกับผลของการลอยตัวและสมการแก๊สในอุดมคติ คำนวณโดยสมมุติฐานให้ความหนาแน่นของลมของปล่องลมแดดในแนวตามขวางคงที่และเปรียบเทียบกับความเป็นจริงแล้วไม่สามารถสร้างแบบจำลองนี้ขึ้นมาได้เมื่อให้ความหนาแน่นคงที่ และยังสามารถลดความซับซ้อนในการวิเคราะห์ผลการทดลองได้ แต่ก็เกินกว่าจะทำนายกำลังที่ผลิตที่แท้จริงได้จากผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงความสูงของปล่องแบบปริซึมจะมีการการเก็บสะสมของรังสีจากดวงอาทิตย์และมีหัวกังหันลมที่มีรูปแบบจำเพาะในปล่องลมแดด ซึ่งหัวกังหันลมสามารถทำให้กำลังการผลิตจะสูงขึ้นได้แต่ไม่เสมอไป

Aiman Al Alawin และคณะ (2012) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ของโรงไฟฟ้าปล่องลมแสงอาทิตย์ในจอร์แดนโดยการมาออกแบบทฤษฎีสำหรับการสร้างในอนาคตที่ประเทศจอร์แดน โดยการใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ในการวิเคราะห์ โดยการคาดการณ์ปัจจัยต่างๆ พบว่าพลังงานไฟฟ้าและประสิทธิภาพของปล่องลมแดดเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงความสูงของปล่องลมมาพิจารณา สำหรับเส้นผ่าศูนย์กลางหลังคารับแสงอาทิตย์ 40 เมตร และปล่องไฟขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 เมตร ผลิตพลังงานได้สูงสุด 85 กิโลวัตต์ที่ได้รับสำหรับความสูงของปล่องไฟ 210 เมตร

Mohammed Awwad Al-Dabbas (2011) ได้ศึกษาการประเมินสมรรถนะปล่องแสงแดดในทางทฤษฎีและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้รับการพัฒนาในการประมาณการวัดดังต่อไปนี้ การส่งออกพลังงาน, ความดันตกคร่อมกังหัน, ความสูงที่สุดของปล่อง, อุณหภูมิการไหลของอากาศและประสิทธิภาพโดยรวมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปล่องลมแดด ได้รับการตรวจสอบกับข้อมูลจากการทดลองต้นแบบที่แมนซานาเรส ได้แสดงถึงความแตกต่างกันแรงดัน (pressure) ในหลังคารับแสงอาทิตย์และปล่องลมมีการเปลี่ยนแปลงแต่ละส่วนในระบบ โดยจะเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

Salah Larbi และคณะ (2009) ได้ศึกษาการวิเคราะห์สมรรถนะของปล่องลมแดด คาดว่าจะผลิตพลังงานไฟฟ้าให้หมู่บ้านที่อยู่ ห่างไกลที่ตั้งอยู่ในภูมิภาคตะวันตกเฉียงใต้ของแอลจีเรียพลังงานแสงอาทิตย์และสภาพของอากาศในภาคใต้ของแอลจีเรียมีความสำคัญที่จะส่งเสริมให้การพัฒนาเต็มรูปแบบของปล่องลมแดด เพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้าจากพลังงานสำหรับการใช้งานต่าง ๆ เรามีความสนใจในจังหวัดอาดราร์เพราะมีรังสีจากดวงอาทิตย์จะดีกว่าพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศแอลจีเรีย ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าปล่องลมแดดสามารถผลิตไฟฟ้า 140-200 กิโลวัตต์ของการบนพื้นที่คล้ายจังหวัดอาดราร์ในช่วงปีตามประมาณ

การที่ค่าเฉลี่ยของการได้รับแสงอาทิตย์เป็นรายเดือน คาดว่าการผลิตนี้จะเพียงพอสำหรับความต้องการของพื้นที่ ที่ห่างไกล

ทวีช จิตรสมบูรณ์ (2000) ได้ทำการประเมินหาค่าศักยภาพ และประสิทธิภาพของระบบแปลงลมแสงอาทิตย์ในการผลิต พลังงานไฟฟ้า ด้วยการหาค่าตอบให้แก่แบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ แบบจำลองนี้แตกต่างจากแบบจำลองที่นักวิจัย ในอดีตหลาย ๆ ท่านได้ทำไว้ในประเด็นความสามารถในการสร้าง ปฏิสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ ในระบบได้ และยังสามารถรับพลังงาน แสงอาทิตย์เข้าระบบได้โดยตรง ความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ จากการประเมินหาค่าตอบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ได้ถูกจำกัดให้เป็น ความผิดพลาดในเชิงบวกเท่านั้น ผลลัพธ์ที่ได้ชี้ให้เห็นว่าแปลงลม แสงอาทิตย์อาจเป็นทางเลือกหนึ่งของโรงจักรต้นกำลังในการผลิต กระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่

การผลิตไฟฟ้าจากแปลงลมแดดจะมีลักษณะที่ไม่ยุ่งยาก มากนัก ต้นทุนการผลิตก็ไม่สิ้นเปลือง โดยเราสามารถนำวัสดุที่ เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม หรือวัสดุที่เหลือใช้จากอุตสาหกรรม ที่มีราคาถูก (A.A. El-Haroun, 2012) เช่น สังกะสี ยางรถยนต์ เป็นต้น นำมาดัดแปลงให้สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุ ในการสร้าง แปลงลมแดด โดยจะมีการผลิตไฟฟ้าจากแปลงลมแดด และหา ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าว่า ณ ตำแหน่งความสูงใด ๆ ของ แปลงลมแดดที่จะมีประสิทธิภาพการทำงานได้ดีที่สุด แล้วพลังงาน ไฟฟ้าที่ผลิตได้เราจะใช้ Charger เก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่ แล้วใช้อินเวอร์เตอร์แปลงไฟฟ้ากระแสตรง เป็นกระแสสลับ เพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า และส่งผลให้เขตชุมชนที่ยังขาดแคลน ไฟฟ้าสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการใช้ผลิตไฟฟ้า ซึ่งบาง ชุมชน มีการจัดสร้างแผงโซลาร์เซลล์ที่ดี หรือ กังหันลมที่ดี สิ่งเหล่านั้นไม่สามารถที่จะนำวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุที่เป็นปัญหา ของสังคมมาใช้สร้างได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าจะต้องมีต้นทุนที่สูงมาก เมื่อเทียบกับกำลังไฟฟ้าที่ได้ ดังนั้น แปลงลมแดดจึงเป็นทางเลือก ที่สำคัญ โดยตอบโจทย์ความต้องการของชุมชนได้เป็นอย่างดี ทั้งยังมีต้นทุนที่ต่ำ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาสมรรถนะการผลิตไฟฟ้าจากแปลงลม แดดโดยใช้วัสดุเหลือใช้ สามารถนำมาเป็นพลังงานทางเลือก เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในอนาคต ซึ่งการผลิตไฟฟ้าจาก แปลงลมแดดที่สร้างจากวัสดุเหลือใช้ มาทำให้เกิดประโยชน์ซึ่งลด ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและไม่ก่อมลพิษ

2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การหาลำโพงลมและกำลังไฟฟ้าจากแปลงลมแดด การผลิตไฟฟ้าจากแปลงลมแดดนั้นจำเป็นต้องอาศัยความร้อนจาก ดวงอาทิตย์เพื่อมาเปลี่ยนอุณหภูมิภายใต้หลังคารับแสงอาทิตย์ เมื่อมีลมเย็นจากภายนอกพัดเข้ามาภายใต้หลังคารับแสงอาทิตย์ ซึ่งใต้หลังคารับแสงอาทิตย์นั้นจะมีความร้อนที่ดูดซับจากดวง

อาทิตย์มาเก็บไว้ ความร้อนจะเปลี่ยนลมที่เย็นให้กลายเป็นลมร้อน แล้วลมร้อนจะลอยตัวขึ้นที่สูงตามหลักการพาความร้อน หลังคา รับแสงอาทิตย์จะมีความลาดเอียงทำให้ลมลอยตัวขึ้นไปตามแนว ของหลังคารับแสงอาทิตย์ทำมุม 15 องศา โดยตรงกลางของ หลังคารับแสงอาทิตย์จะมีปล่องลม ให้ลมเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปข้าง ในสามารถคำนวณหาผลต่างของความหนาแน่นของอากาศได้ดัง สมการที่ 1 ซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามความสูง (Roozbeh Sangi, 2011)

$$\Delta P_{tot} = g \int_0^H (p_a - p_{col}) \cdot dH \quad (1)$$

เมื่อ

ΔP_{tot} คือ ผลต่างของความดันของอากาศต่อระดับความสูง (N/m²)

g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าเท่ากับ 9.81 m/s²

p_a คือ ความหนาแน่นของอากาศ, (kg/m³)

p_{col} คือ ความหนาแน่นของอากาศในหลังคารับแสงอาทิตย์, (kg/m³)

dH คือ ค่าการเปลี่ยนแปลงความสูง (m)

ความแตกต่างระหว่างความหนาแน่นของอากาศในระดับ ความสูงต่างๆส่งผลต่ออากาศที่ลอยผ่านปล่องลมและพื้นที่ของ ปล่องลมจะส่งผลต่อความดันอากาศภายในปล่องลมเช่นกัน สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 2

$$P_{tot} = \Delta P_{tot} \cdot V \cdot A_{ch} \quad (2)$$

เมื่อ

P_{tot} คือ ความดันอากาศภายในปล่องลม, (N/m²)

V คือ ความเร็วลม, (m/s)

A_{ch} คือ พื้นที่ปล่องลม, (m²)

จากการทดลอง สามารถหาลำโพงไฟฟ้าจากการทดลอง โดยการนำผลของความต่างศักย์ไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าคำนวณ ได้ดังสมการที่ 3

$$P_{IV} = IV_{Volt} \quad (3)$$

เมื่อ

P_{IV} คือ กำลังผลิตไฟฟ้าจากการทดลอง, (W)

V_{Volt} คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้า, (Volt)

I คือ กระแสไฟฟ้า, (A)

Roozbeh Sangi, 2011 ได้อธิบายไว้ดังนี้ภายในปล่องลม นั้นจะมีกังหันเทอร์โบน์ ติดอยู่ภายในปล่องลม เมื่อลมพัดผ่าน กังหันเทอร์โบน์จะทำให้กังหันเทอร์โบน์หมุน จากนั้นเจนเนอเรเตอร์ (Generator) ที่ติดอยู่กับกังหันจึงผลิตไฟฟ้าโดยหากำลังลมจากสมการที่ 4

$$P_{out} = E_l E_{col} E_{ch} A_{col} G \quad (4)$$

เมื่อ

P_{out} คือ กำลังลมจากปล่องลมแดด, (W)

E_l คือ ประสิทธิภาพกังหันประมาณ 80% [3]

E_{col} คือ ประสิทธิภาพของหลังคาจับแสงอาทิตย์, (%)

E_{ch} คือ ประสิทธิภาพของปล่องลม, (%)

A_{col} คือ พื้นที่ของหลังคาจับแสงอาทิตย์, (m²)

G คือ ค่าคงตัวรังสีดวงอาทิตย์, (W/m²)

2.2 การหาสมรรถนะของระบบปล่องลมแดด

1. ประสิทธิภาพของหลังคาจับแสงอาทิตย์ (E_{col}) เป็นการหาความสามารถของหลังคาจับแสงอาทิตย์ในการรับแสงอาทิตย์มากน้อยเพียงใด โดยได้จากการคำนวณหาความเข้มรังสีของดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับพื้นที่ของหลังคาจับแสงอาทิตย์ มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่คลุมด้วยผ้าพลาสติก และเมื่อมีลมเข้ามาภายใต้หลังคาจับแสงอาทิตย์ ทำให้เกิดความต่างของอุณหภูมิระหว่างหลังคาจับกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (L.B. Mullett, 1987) ดังสมการที่ 5

$$E_{col} = \frac{GA_{col} \tau \alpha - U_l A_{col} (T_{col} - T_a)}{GA_{col}} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ

E_{col} คือ ประสิทธิภาพของหลังคาจับแสงอาทิตย์, (%)

τ คือ ค่าการส่งผ่านรังสีของพลาสติกใสมีค่าเท่ากับ 0.92 [10]

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนของ Collector มีค่าเท่ากับ 0.9 (A.A. El-Haroun, 2012)

U_l คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนโดยรวม (L.B. Mullett, 1987)

T_{col} คือ อุณหภูมิหลังคาจับแสงอาทิตย์, (°C)

T_a คือ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม, (°C)

T_h คือ อุณหภูมิภายในปล่องลมแดด, (°C)

2. ประสิทธิภาพของปล่อง (E_c) คือการหาความสามารถในการรักษาอุณหภูมิของปล่องลมมิได้มากนักเพียงใด เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ ณ ตำแหน่งความสูงที่เหมาะสมในระดับ 1, 2, 3 และ 4 เมตร เพื่อติดตั้งกังหันเทอร์โบน์ (A.A. El-Haroun, 2012) ดังสมการที่ 6

$$E_c = \frac{P_{tot}}{Q} \times 100 \quad (6)$$

เมื่อ

E_c คือ ประสิทธิภาพของปล่องลม, (%)

P_{tot} คือ ความดันอากาศภายในปล่องลม, (N/m²)

Q คือ ค่าความจุความร้อนจากหลังคาจับ (J) แสงอาทิตย์

$$Q = m \cdot C_p (T_h - T_a) \quad (\text{Roozbeh Sangi, 2011})$$

3. สมรรถนะของปล่องลมแดด คือการหาความสามารถและคุณสมบัติในการทำงานของทั้งระบบปล่องลมแดด โดยการนำประสิทธิภาพทั้งหมดรวมกัน จะได้สมรรถนะของระบบปล่องลมแดด (A.A. El-Haroun, 2012) ดังสมการที่ 7

$$\eta_{scpp} = E_{col} \cdot E_c \cdot E_l \quad (7)$$

เมื่อ

η_{scpp} คือ สมรรถนะของระบบปล่องลมแดด, (%)

E_{col} คือ ประสิทธิภาพของหลังคาจับแสงอาทิตย์, (%)

E_c คือ ประสิทธิภาพของปล่องลม, (%)

E_l คือ ประสิทธิภาพของกังหัน, (%)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การออกแบบ การสร้าง และการติดตั้งอุปกรณ์ของปล่องลมแดด

1. การออกแบบหลังคาจับแสงอาทิตย์มีลักษณะสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านละ 4 เมตร โดยมุมทั้ง 4 ทำขึ้นมาจากปูนเพื่อยึดเหล็กเข้ากับฐานของปล่องลมแดด และตรงกลางของปล่องลมจะมีฐานอีกหนึ่งอันเพื่อยึดเหล็กเข้ากับแกนกลาง เพื่อใช้ต่อเข้ากับปล่องลม และที่จะขาดไม่ได้ก็คือผ้าพลาสติกที่ใช้คลุมหลังคาจับแสงอาทิตย์

2. ส่วนการออกแบบกังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้าจะใช้กังหันที่มีลักษณะหลายใบพัด โดยคุณสมบัติของใบพัดที่มีหลายใบจะรับแรงปะทะจากลมร้อนที่ลอยตัวขึ้นภายในปล่องลมได้มากกว่ากังหันที่มีจำนวนใบพัดน้อย จึงทำให้แม้ลมที่พัดจะมีความเร็วลมต่ำก็สามารถทำให้กังหันหมุนได้ ส่วนไดนาโมจะไม่ใช้ไดนาโมกระแสตรง (DC) ที่มีประสิทธิภาพประมาณ 80% (Aiman Al Alawin, 2012)

3. การออกแบบปล่องลมจะใช้ท่อพลาสติก (PVC) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ความยาว 1 เมตร จำนวน

4. ท่อนจะใช้ประกอบกับหลังคาจับแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าโดยรายละเอียดและอุปกรณ์ในการตรวจวัดแสดงดังภาพที่ 1



ตำแหน่งและสัญลักษณ์:

- | | |
|--|--|
| 1. เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) | 2. ติดตั้งหัววัดอุณหภูมิ Thermocouple (Type K) |
| 3. ติดตั้งหัววัดอุณหภูมิ Thermocouple (Type K) | 4. เครื่องวัดความเร็วลมแบบใบพัด (Digital Anemometer) |
| 5. เจนเนอเรเตอร์ (Generator) | 6. มัลติมิเตอร์ (Digital Multimeters) |
| 7. ไพรานอมิเตอร์ (Pyranometer) | |

ภาพที่ 1 การติดตั้งอุปกรณ์การทดลองที่ปล่องลมแดด

3.2 วิธีการเก็บข้อมูล

1. วัดอุณหภูมิภายในปล่อง (T_h) และอุณหภูมิหลังการรับแสงอาทิตย์ (T_a) ด้วยสายวัดอุณหภูมิ (Thermocouple Type K) ในระดับ 1 เมตรติดตั้งกับเครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 20 นาที ในระยะเวลา 8.00 - 16.00 นาฬิกา

2. วัดความเร็วลมภายในปล่อง (V_{max}) ระดับความสูง 1 เมตรด้วยแอนนิมอมิเตอร์ (Digital Anemometer) แล้วบันทึกข้อมูล โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 20 นาที ในระยะเวลา 8.00 - 16.00 นาฬิกา

3. ติดตั้งกังหันเทอร์ไบน์เริ่มต้นที่ระดับ 1 เมตร แล้ววัดค่าความต่างศักย์ (Volt) และกระแสไฟฟ้า (I) ที่ผลิตไฟฟ้าได้ โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 20 นาที ในระยะเวลา 8.00 - 16.00 นาฬิกา

4. วัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (T_a) ด้วยเครื่อง มัลติมิเตอร์ (Digital Multimeters) แล้วบันทึกข้อมูล โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 20 นาที ในระยะเวลา 8.00 - 16.00 นาฬิกา การเก็บข้อมูลจะเปลี่ยนระดับจาก 1 เมตร ไปจนถึง 4 เมตร โดยการเก็บข้อมูลจะวัดระดับละ 5 วัน

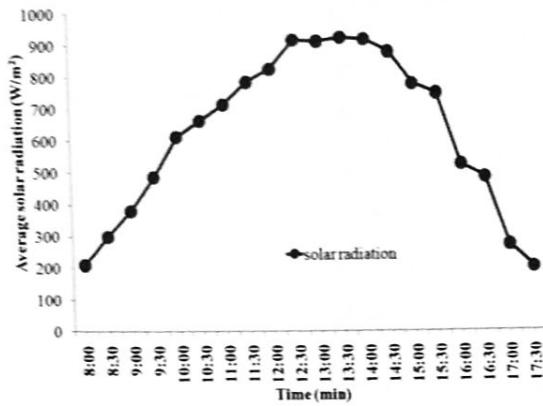
5. วัดความเข้มแสงที่ได้รับด้วยไพรานอมิเตอร์ แล้วบันทึกความเข้มแสง โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 20 นาที ในระยะเวลา 8.00 - 16.00 นาฬิกา

6. นำอุณหภูมิภายในปล่อง (T_h) อุณหภูมิหลังการรับแสงอาทิตย์ (T_a) ความเร็วลมภายในปล่อง (V_{max}) ความต่างศักย์ (V_{Vol}) และกระแส (I) ที่เก็บข้อมูลได้ไปคำนวณหา ประสิทธิภาพของหลังการรับแสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพของปล่องจากนั้นนำประสิทธิภาพที่ได้ไปคำนวณหาสมรรถนะของปล่องลมแดด

4. ผลและอภิปรายผล

4.1 ข้อมูลค่าความเข้มรังสีอาทิตย์

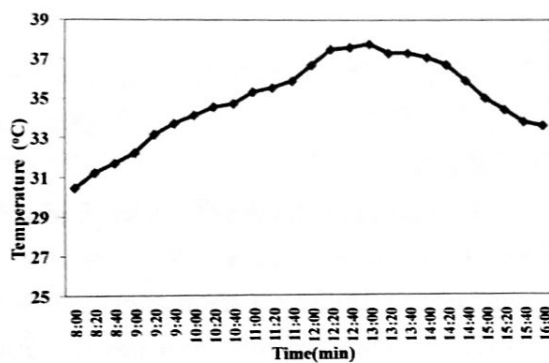
ภาพที่ 2 แสดงค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ตั้งแต่เวลา 8.00-12.00 น. จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงเวลา 12.30-14.00 น. ให้ค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์สูงสุด 905-915 W/m² ตั้งแต่ช่วงเวลา 15.00-17.30 น. จะมีค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ลดลง โดยความเข้มรังสีอาทิตย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 210-915 W/m² โดยค่าเฉลี่ยของความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากับ 622.25 W/m²



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2557

4.2 อุณหภูมิแวดล้อม

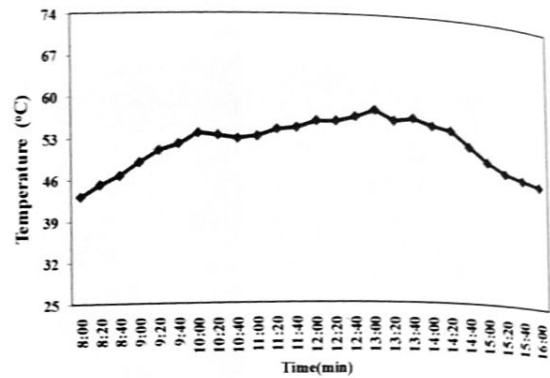
อุณหภูมิแวดล้อม มีค่าเฉลี่ยดังแสดงในภาพที่ 3 ในช่วงเวลาตั้งแต่ 11.40 น. - 14.40 น. เป็นช่วงที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงอยู่ที่ประมาณ 35 - 37 องศาเซลเซียส และ 14.40 น. - 16.00 น. อุณหภูมิจะเริ่มลดต่ำลง โดยเก็บข้อมูลในเดือนเมษายน พ.ศ. 2557



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิแวดล้อมในเดือนเมษายน พ.ศ. 2557

4.3 อุณหภูมิหลังการรับแสงอาทิตย์

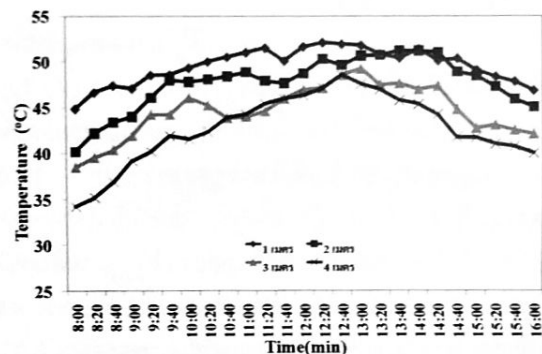
ภาพที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิหลังการรับแสงอาทิตย์ มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงอยู่ในช่วง 11.20 - 14.20 น. ประมาณ 53 - 57 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิภายใต้หลังการรับแสงอาทิตย์ค่อนข้างที่จะคงที่ แต่ในช่วง 8.00 น - 11.20 น. อุณหภูมิค่อนข้างต่ำ และช่วง 14.40 น. จะเริ่มลดลงไปเรื่อย ๆ จนถึง 16.00 น. โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิหลังการรับแสงอาทิตย์ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2557

4.4 อุณหภูมิภายในปล่องลม

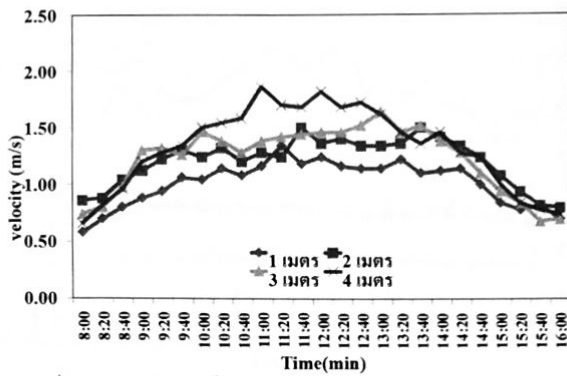
ภาพที่ 5 แสดงค่าอุณหภูมิของอากาศภายในปล่องลม ที่ตำแหน่งความสูง 1, 2, 3 และ 4 เมตร จากทดลอง พบว่าอุณหภูมิของอากาศในปล่องลม ที่ระดับ 1 เมตร มีค่ามากที่สุด ในช่วงเวลา 10.20 - 14.40 น. ประมาณ 53.56 องศาเซลเซียส และจะลดลงเมื่อระดับความสูงของปล่องสูงขึ้นเนื่องจากความร้อนที่ลอยตัวขึ้นจากหลังการรับแสงอาทิตย์สู่ปล่องลมจะสูญเสียความร้อนภายในปล่องในระดับความสูงที่เพิ่มมากขึ้นโดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557



ภาพที่ 5 อุณหภูมิภายในปล่องลมแต่ที่ความสูง 1, 2, 3 และ 4 เมตร

4.5 ความเร็วลมออกจากปล่องลมแคต

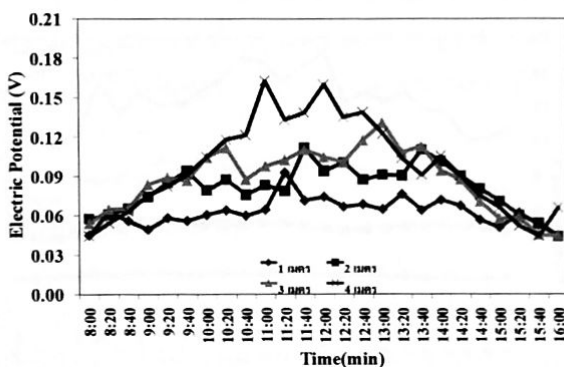
ภาพที่ 6 แสดงค่าความเร็วลมที่ออกจากปล่องลมในระดับความสูง 1, 2, 3 และ 4 เมตร ความเร็วลมที่ระดับ 4 เมตร จะสูงที่สุดประมาณ 1.86 เมตรต่อวินาทีอยู่ในช่วง 11.00 น. - 12.20 น. และความเร็วลมที่ระดับ 1 เมตรต่ำที่สุดประมาณ 1.01 เมตรต่อวินาที โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557



ภาพที่ 6 ความเร็วลมที่ระดับความสูง 1, 2, 3 และ 4 เมตร

4.6 ความต่างศักย์ไฟฟ้า

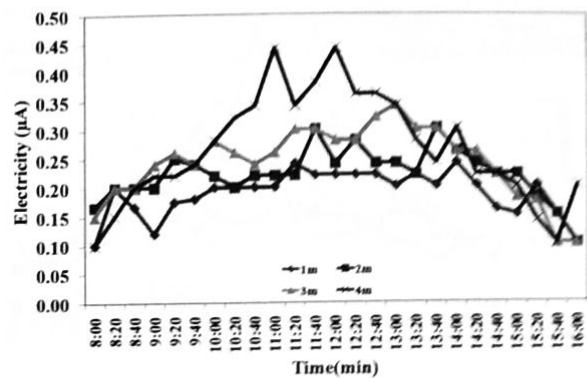
ภาพที่ 7 แสดงความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลมที่ติดตั้งในปล่องลมแดด ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดที่ระดับ 4 เมตรประมาณ 0.098 โวลต์ และต่ำสุดที่ระดับ 1 เมตร ประมาณ 0.062 โวลต์ ในช่วงเวลา 11.00 - 12.00 น. จะมีความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุด โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557



ภาพที่ 7 ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในระดับความสูง 1, 2, 3 และ 4 เมตร

4.7 กระแสไฟฟ้า

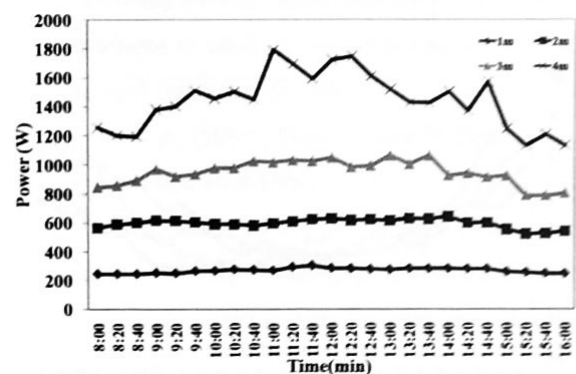
ภาพที่ 8 แสดงกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกังหันที่ติดตั้งในปล่องลมแดด ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลมสูงที่สุดที่ตำแหน่ง 4 เมตร ประมาณ 0.27 ไมโครแอมแปร์และต่ำสุดที่ตำแหน่ง 1 เมตรประมาณ 0.19 ไมโครแอมแปร์ ในช่วงเวลา 10.40 - 12.40 น. จะมีกระแสไฟฟ้าสูงสุด โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557



ภาพที่ 8 ค่ากระแสไฟฟ้าในระดับความสูง 1, 2, 3 และ 4 เมตร

4.8 กำลังลม

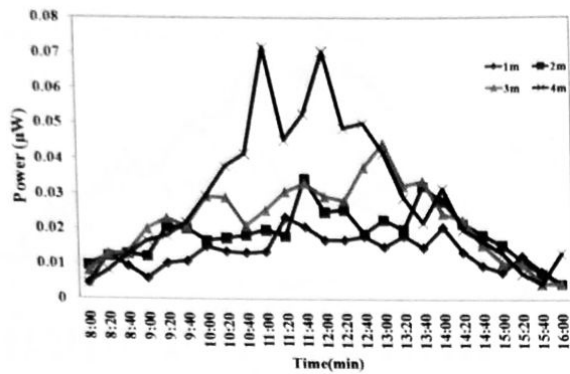
ภาพที่ 9 แสดงการคำนวณหา กำลังลมจากสมการที่ 3 โดยกำลังลมในระดับ 4 เมตรมีกำลังลมสูงที่สุดประมาณ 1443.42 วัตต์ และกำลังลมในระดับ 1 เมตรมีกำลังลมต่ำที่สุดประมาณ 269.09 วัตต์ ในช่วงเวลา 10.20 - 14.40 น. มีกำลังลมสูงที่สุด โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557



ภาพที่ 9 ผลการคำนวณกำลังลมในระดับความสูง 1, 2, 3 และ 4 เมตร

4.9 กำลังไฟฟ้า

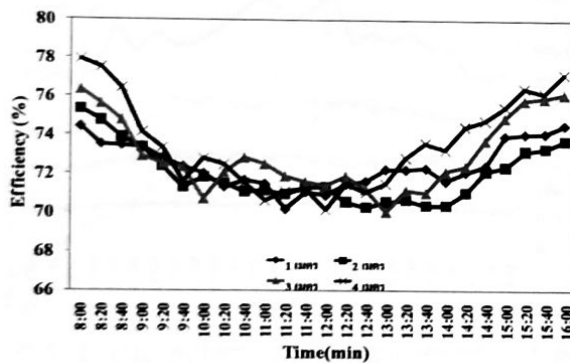
ภาพที่ 10 แสดงการคำนวณหา กำลังไฟฟ้าจากสมการที่ 2 โดยกำลังไฟฟ้าในระดับ 4 เมตรมีกำลังสูงที่สุดประมาณ 0.07 ไมโครวัตต์ และกำลังไฟฟ้าในระดับ 1 เมตร มีกำลังต่ำที่สุดประมาณ 0.02 ไมโครวัตต์ ในช่วงเวลา 10.40 - 12.40 น. กำลังไฟฟ้าจะสูงที่สุด โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557



ภาพที่ 10 ผลการคำนวณกำลังไฟฟ้าในระดับความสูง 1, 2, 3 และ 4 เมตร

4.10 ประสิทธิภาพของหลังคา์รับแสงอาทิตย์

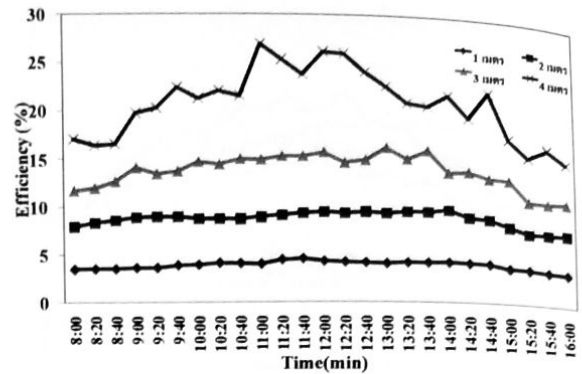
ภาพที่ 11 แสดงประสิทธิภาพหลังคา์รับแสงอาทิตย์ ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ประสิทธิภาพหลังคา์รับแสงอาทิตย์ต่ำที่สุดในช่วงเวลา 10.00 - 13.40 น. เป็นช่วงที่อุณหภูมิแวดล้อมและอุณหภูมิของหลังคา์รับแสงอาทิตย์ใกล้เคียงกัน ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพหลังคา์รับแสงอาทิตย์ประมาณ 72.73 %



ภาพที่ 11 ประสิทธิภาพหลังคา์รับแสงอาทิตย์ในความสูง 1, 2, 3, 4 เมตร

4.11 ประสิทธิภาพปล่องลม

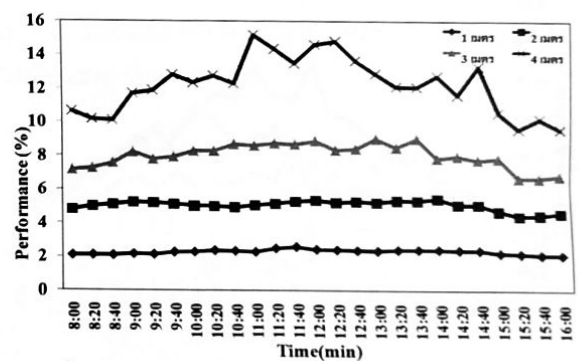
ภาพที่ 12 แสดงประสิทธิภาพปล่องลม สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5 ประสิทธิภาพที่ระดับ 4 เมตร มีประสิทธิภาพมากที่สุดเฉลี่ย 20.86 % และระดับ 1 เมตร มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดเฉลี่ย 3.93% ในช่วงเวลา 11.20 - 14.40 น. มีประสิทธิภาพปล่องลมสูงที่สุด จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดอยู่ที่ 25%



ภาพที่ 12 ประสิทธิภาพปล่องลมในระดับความสูง 1, 2, 3, และ 4 เมตร

4.12 สมรรถนะของปล่องลมแดด

ภาพที่ 13 แสดงค่าสมรรถนะปล่องลมในระดับ 4 เมตรจะมีสมรรถนะมากที่สุดเฉลี่ย 14.22% และจะลดลงตามระดับความสูงโดยระดับ 1 เมตรจะมีสมรรถนะน้อยที่สุดเฉลี่ย 2.28% ในช่วงเวลา 10.40 - 14.40 น. มีสมรรถนะปล่องลมแดดสูงที่สุด ค่าเฉลี่ยสมรรถนะปล่องลมแดดเท่ากับ 6.89 %



ภาพที่ 13 สมรรถนะปล่องลมแดดในระดับความสูง 1, 2, 3 และ 4 เมตร

5. สรุปผลการวิจัย

ปล่องลมแดดมีความสูง 4 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว พื้นที่ของหลังคา์รับแสงอาทิตย์ 16 ตารางเมตร ผลจากการวัดค่าคงตัวรังสีดวงอาทิตย์ใช้ค่าเฉลี่ยในการคำนวณมีค่าเท่ากับ 622.25 วัตต์ต่อตารางเมตร และวัดค่าอุณหภูมิของปล่อง อุณหภูมิหลังคา์รับแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม เมื่อได้ตัวแปรครบจึงนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพหลังคา์รับแสงอาทิตย์ ประสิทธิภาพปล่อง และสมรรถนะปล่องลมแดดผลปรากฏว่า

1. ค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์มีลักษณะคงที่ตลอดทั้งเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 ในช่วงเวลา 12.30 - 14.00 น. ให้ค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์สูงสุด 905-915 W/m²

2. กำลังไฟฟ้าจากการทดลอง ความสูงของปล่องลมมีผลต่อกำลังลม ที่ไปขับเคลื่อน ทำให้กังหันหมุนเพื่อผลิตไฟฟ้า ช่วงเวลา 10.40 - 12.00 น. มีกำลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 2.1×10^3 วัตต์

3. กำลังลมจากการคำนวณ ความสูงของปล่องลมมีผลต่อกำลังลมที่ส่งผ่านภายในปล่องลม ยิ่งความสูงของปล่องมาก ก็ส่งผลต่อกำลังที่มากขึ้นเช่นกัน ช่วงเวลา 11.00 - 12.40 น. มีกำลังลมสูงที่สุดเฉลี่ย 814.44 วัตต์

4. ประสิทธิภาพของหลังคาปรับแสงอาทิตย์ จะมีประสิทธิภาพในการรักษาอุณหภูมิต่ำลงในช่วงเวลา 9.40 น. - 14.00 น. เนื่องจากอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมและหลังคาปรับแสงอาทิตย์มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน

5. ประสิทธิภาพของปล่องลม ยิ่งความสูงของปล่องสูงมากเท่าไรประสิทธิภาพของปล่องก็จะสูงตาม เนื่องจากลมที่ส่งผ่านปล่องลมขึ้นมาทำให้สูญเสียความร้อนระหว่างทาง ปล่องลมที่ระดับความสูงมากๆ ก็จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าปล่องข้างล่าง

6. สมรรถนะปล่องลมแดด ความสูงของปล่องลมจะส่งผลต่อสมรรถนะของปล่องลมแดด โดยความสูง 4 เมตร จะมีสมรรถนะสูงที่สุดในช่วงเวลา 10.40 - 14.40 น. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.22 เปอร์เซ็นต์

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยจนงานวิจัยสำเร็จตามวัตถุประสงค์ ขอขอบคุณศูนย์วิทยาศาสตร์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการให้สถานที่ทำวิจัย และขอขอบคุณ นายธีรพงษ์ สิงห์สกุล และบำรุง บุญลอยนักศึกษาโปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่ช่วยในการติดตั้งระบบและช่วยในการเก็บข้อมูลวิจัย และขอขอบคุณคณาจารย์ของโปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไปช่วยให้คำปรึกษาและกำลังใจจนงานวิจัยสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- ทวีช จิตรสมบูรณ์ (2000). **ศักยภาพและประสิทธิภาพของระบบปล่องลมแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า**. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. ปีที่ 42 ฉบับที่ 2 หน้า 1-7
- A.A. El-Haroun. (2012). **Performance Evaluation of Solar Chimney Power Plants in Egypt**. Int. J. Pure Appl. Sci. Technol. Vol. 13. pp. 49-59.

- Aiman Al Alawin. (2012). **Feasibility Study of a Solar Chimney Power Plant in Jordan**. Applied Solar Energy. Vol. 48. No. 4. August 27, 2012, pp. 260-265.
- Al-Dabbas, M. A.: A (2011). **Performance Analysis Of Solar Chimney Thermal Power Systems**. Thermal Science. Vol. 15, No. 3. January 2011, pp. 619-642
- Citsomboon, T. (2001) **A Validated Analytical Model for Flow in Solar Chimney**. International Journal of Renewable Energy Engineering. Vol. 3 No. 2, August 2001, pp. 339-346.
- L.B. Mullett. (1987). **The Solar Chimney - Overall Efficiency, Design and Performance**. International Journal of Ambient Energy. Vol. 8. No. 1.
- Mohammad O. Hamdan. (2013). **Analysis of solar chimney power plant utilizing chimney discrete model**. Renewable Energy. Vol. 56, August 2013, pp. 50-54.
- Richard Herman. (1997). **Plastics For IR Data Transmission Windows**. Novalog. pp. 11-17.
- Roosbeh Sangi. (2011). **Performance evaluation of solar chimney power plants in Iran**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 16. October 2011, pp. 704-710.

ข้อกำหนดในการส่งบทความเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ ในวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. ประเภทของงานที่รับพิจารณาเพื่อลงตีพิมพ์

จะต้องเป็นงานที่อยู่ในกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาชุมชน และยังไม่เคยถูกเผยแพร่ หรืออยู่ระหว่างการพิจารณาให้เผยแพร่ในวารสาร หนังสืออื่นใด โดยแบ่งประเภทของงาน เป็น 2 ประเภท คือ บทความวิจัย (Research Articles) และ บทความวิชาการหรือบทความปริทัศน์ (Review Articles)

2. การเขียนบทความและการเตรียมต้นฉบับ จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดนี้เท่านั้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 สามารถเขียนเป็นภาษาไทยล้วน หรือภาษาอังกฤษล้วนก็ได้ เป็นภาษาวิชาการที่ถูกต้อง และยึดหลักการใช้คำศัพท์ หรือการเขียนทับศัพท์ตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน

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

2.2.1 ชื่อเรื่องบทความ (Title) จะต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ข้อความที่กระชับตัวอักษรหนา ขนาด 20 จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ และอักษรตัวแรกของภาษาอังกฤษต้องพิมพ์ด้วยตัวพิมพ์ใหญ่

2.2.2 ชื่อผู้เขียน (Authors) ใช้ชื่อ-นามสกุลเต็ม ไม่ต้องระบุคำนำหน้าชื่อ ตำแหน่งหรือคุณวุฒิใช้ตัวอักษรเอน ขนาด 16 จัดชิดขวาสุด หากมี 2 คนให้ใช้ “และ/and” คั่น หากมีมากกว่า 2 คนขึ้นไป กรณีภาษาไทยให้เว้นวรรค 2 ครั้งคั่น แต่กรณีภาษาอังกฤษให้ใส่ (.) คั่นและเว้นวรรค 1 ครั้งระหว่างแต่ละคน และคนสุดท้ายให้ใช้ “และ/and” คั่น และให้แสดงตัวเลขแบบตัวยก (Superscript) กำกับเพื่อระบุต้นสังกัด และใช้ (*) กำกับ Corresponding Author ซึ่งต้องระบุรายละเอียดของต้นสังกัดและที่อยู่ (จังหวัดและรหัสไปรษณีย์) ของผู้เขียนทุกคน และ E-mail ของ Corresponding Author ไว้ด้านล่างสุดของหน้าแรก ใช้ตัวอักษรปกติ ขนาด 12 จัดตำแหน่งชิดซ้ายสุด

2.2.3 บทคัดย่อ (Abstract) มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ให้บทคัดย่อภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ หัวข้อบทคัดย่อ (Abstract) ใช้ตัวอักษรหนา ขนาด 16 จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ พิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ ไม่ควรเกิน 15 บรรทัด และใช้ตัวอักษรปกติ ขนาด 14 จัดขอบซ้ายขวาตรงกัน บรรทัดแรกย่อหน้า 1.25 ซม.

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

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

- บทความวิจัย (Research Articles) ประกอบด้วย
 - บทนำ (Introduction)
 - วิธีการดำเนินการวิจัย (Research Methodology)
 - ผลการวิจัย (Results)
 - วิจารณ์ผลการวิจัย (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 ไว้ใต้รูปหรือแผนภูมิ และตารางที่ x และคำอธิบายสั้นๆ ไว้ด้านบนของตาราง โดยใช้ตัวอักษรปกติ ขนาด 14 จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ
- 2.2.7 ระบบหน่วยที่ใช้ ใช้ระบบหน่วยเมตริกซ์ หรือ SI โดยจะใช้รูปแบบการเขียนแบบเต็มหรือแบบย่ออย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ แต่ต้องให้เป็นรูปแบบเดียวกันทั้งบทความ

3. การเขียนเอกสารอ้างอิง (References) หรือบรรณานุกรม (Bibliography)

3.1 การอ้างอิงในเนื้อความ จะใช้ระบบ ชื่อและปี โดยจะวงเล็บชื่อผู้แต่ง (สำหรับคนไทย) หรือชื่อสกุล (สำหรับคนต่างชาติ)หรือชื่อนิติบุคคลที่จัดทำเอกสาร และระบุปีที่พิมพ์ของเอกสารที่ อ้างอิง เช่น สมศักดิ์และสมศรี (2535) รายงานว่า...หรือ ... (สมศักดิ์ และสมศรี, 2535) กรณีมีผู้เขียน 3 คนขึ้นไป ให้ใช้คำว่า “และคณะ” กรณีภาษาไทย หรือ “et al.”กรณีภาษาอังกฤษแทน หากมีอ้างอิงจากหลายรายงานในหัวข้อเดียวกัน ให้ใช้ ... (สมศักดิ์, 2535; สมศรี, 2540;Williams, 2009) โดยเรียงภาษาไทยก่อน ภาษาอังกฤษ และเรียงตามปีที่พิมพ์

3.2 การอ้างอิงท้ายเรื่อง ใช้ตัวอักษรปกติ ขนาด 14 เรียงลำดับภาษาไทยก่อนภาษาอังกฤษ และเรียงตามตัวอักษรและสระกรณียุ่เขียนคนเดียวกันให้เรียงตามปีที่พิมพ์เอกสาร มีรูปแบบการเขียนสำหรับวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

3.2.1 ตำรา (Textbook) หรือหนังสือ

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

ภาษาอังกฤษ ให้ใช้ชื่อสกุล, อักษรย่อชื่อต้น. อักษรย่อชื่อรอง (ถ้ามี) ของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี ค.ศ.ที่ตีพิมพ์). แทนเช่น

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 (ฉบับที่): เลขหน้าเริ่มต้น-หน้าสุดท้ายที่อ้างอิง.

ภาษาอังกฤษ ให้ใช้ ได้ 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

ไพสิน จิตรชุม และลัดดา วงศ์รัตน์. (2550). องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของโคพีพอดบริเวณ อ่าวมะนาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ (section T). 6 (ฉบับพิเศษ 1): 133 - 142.

Kiho, T., Morimoto, H., Kobayashi, T., Usui, S., Ukai, S., Aizawa, K. and Inakuma, T. (2000). Effect of a polysaccharide (TAP) from the fruiting bodies of Tremella aurantia on glucose metabolism in mouse liver. Biosci Biotechnol Biochem. 64(2): 417-419.

(กรณีข้อวารสารแบบย่อ)

Turner, J.T. (2004). The importance of small planktonic copepods and their roles in pelagic marine food webs. Zoological Studies 43(2): 255-266. (กรณีข้อวารสารแบบเต็ม)

3.2.3 บทความในงานประชุมวิชาการ (Proceedings) หรือเอกสาร รายงานการวิจัย

ให้ใช้ ชื่อสกุลของผู้แต่ง. (ตัวเลข ปี พ.ศ.ที่ตีพิมพ์). ชื่อบทความ. ใน: ชื่องานประชุมวิชาการหรือชื่อรายงานการวิจัย. ชื่อผู้จัดงานประชุมหรือชื่อผู้จัดทำโครงการวิจัย, จังหวัด. เลขหน้าเริ่มต้น-หน้าสุดท้ายที่อ้างอิง. ภาษาอังกฤษ ให้ใช้ ชื่อสกุล, อักษรย่อชื่อต้น. อักษรย่อชื่อรอง (ถ้ามี) ของผู้แต่ง. (ตัวเลขปี ค.ศ.ที่ตีพิมพ์). แทน เช่น

พรธมา วันชวง และละออศรี เสนาะเมือง. (2549). ความหลากหลายของไรติเฟอร์คลาโดเซอร่าและโคพิพอดในแหล่งน้ำชั่วคราวในเขตจังหวัดอุบลราชธานี. ใน: รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2549.

วิสุทธิ ใบไม้ และรังสิมา คุ่มหอม (บรรณาธิการ). บริษัทวิวัฒน์อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด, กรุงเทพฯ. 105-118.

Pookpakdi, A. (1992). Soybean production under saturated soil condition in Thailand, In C. George Kuo (eds.). In: Adaptation of food crops to temperature and water stress proceeding of an international symposium Taiwan 13-18 August 1992. Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan. 479-485.

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). แทน เช่น

ปิยวรรณ ศิริสวัสดิ์. (2552) การศึกษาการติดสีของคราบบนเส้นฝ้ายที่เคลือบด้วยไคโตซานจากเปลือกกุ้งก้ามกราม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. สกลนคร: 55 หน้า

3.2.5 แหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

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

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

เอกลักษณ์ จันทะระ และ อ่อนจันทร์ โคตรพงษ์. (2010). ฝักระยะเพื่อปลูก. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, แหล่งข้อมูล: http://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 การอ้างอิงเอกสารกรณีการตีพิมพ์ ให้ระบุข้อมูลของเอกสารให้มากที่สุด และใช้วงเล็บคำว่า“(ระหว่างตีพิมพ์)” หรือ “(in press)” ในกรณีที่ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ตาม ลำดับ โดยวงเล็บต่อท้ายเอกสารอ้างอิงนั้น

4. การส่งต้นฉบับบทความ ผู้เขียนสามารถส่งต้นฉบับบทความที่พิมพ์ตามข้อกำหนดของรูปแบบของวารสาร และบันทึกข้อมูล 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 และวงเล็บที่มุมขวาล่างของจดหมายว่า (ส่งต้นฉบับบทความเพื่อตีพิมพ์ลง วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) มายัง บรรณาธิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000

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

5. การพิจารณาและประเมินผลบทความ

ต้นฉบับบทความที่ส่งมาตีพิมพ์นั้นจะได้รับการอ่าน และประเมินผล โดยผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) จากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยในสาขาวิชานั้นๆ อย่างน้อย 2 คนขึ้นไปต่อเรื่อง และกองบรรณาธิการ จะแจ้งผลการพิจารณาให้ผู้เขียนทราบผลว่า ต้องแก้ไขก่อนการตีพิมพ์ หรือตีพิมพ์โดยไม่มีการแก้ไข หรือไม่ผ่านการพิจารณา ตีพิมพ์ ซึ่งจะจัดส่งผลการพิจารณาคืนให้ผู้เขียนทาง E-mail address ของผู้เขียนบทความและกองบรรณาธิการวารสารจะส่งต้นฉบับบทความให้ผู้เขียนตรวจพิสูจน์อักษรในลำดับสุดท้าย (Final proof) เพื่อให้ความเห็นชอบในความถูกต้องครบถ้วนของเนื้อหา ซึ่งหากไม่มีการแก้ไขใด ๆ หรือการติดต่อกลับของผู้เขียนภายในระยะเวลาที่กำหนด กองบรรณาธิการ ถือว่าบทความนั้นถูกต้องและครบถ้วนแล้ว

6. บทความที่ส่งตีพิมพ์ในวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จะต้องเป็นบทความที่ไม่ลอกเลียนบทความอื่นที่ตีพิมพ์แล้ว และเป็น บทความที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน ซึ่งลิขสิทธิ์ของบทความต้นฉบับที่ได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะถือเป็นกรรมสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ห้ามนำข้อความทั้งหมดหรือบางส่วนไปพิมพ์ซ้ำ เว้นเสียแต่จะได้ระบุการอ้างอิง (Citation) เป็นลายลักษณ์อักษร และความรับผิดชอบ เนื้อหาของต้นฉบับที่ปรากฏ ในวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นั้น จะเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน ทั้งนี้จะไม่รวมความผิดพลาดที่เกิดจากเทคนิคการพิมพ์



ใบสมัครสมาชิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

เรียน กองบรรณาธิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ข้าพเจ้า (นาย,นาง,นางสาว) _____

สังกัด-ที่อยู่ _____

โทรศัพท์ _____ E-Mail _____

มีความประสงค์จะขอสมัครสมาชิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

- () สมาชิกประเภทบุคคลรายปี 100 บาท
- () สมาชิกประเภทบุคคลราย 3 ปี 250 บาท
- () สมาชิกประเภทองค์กร/หน่วยงาน รายปี 100 บาท
- () สมาชิกประเภทองค์กร/หน่วยงาน ราย 3 ปี 250 บาท

พร้อมนี้ ข้าพเจ้าได้ส่งค่าสมาชิก จำนวน _____ บาท (_____) มาชำระพร้อมนี้แล้วโดย

- () เงินสด (เฉพาะที่ชำระเงินด้วยตนเองที่งานวารสารวิจัย)
- () ธนาณัติ (ส่งจ่าย บรรณาธิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.ราชภัฏนครราชสีมา ปณ.นครราชสีมา 30000)
- () โอนเงินเข้าบัญชีธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน) ชื่อบัญชี วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.ราชภัฏนครราชสีมา เลขที่บัญชี 419 - 1 - 75204 - 5 สาขามหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และจัดส่ง Slip การชำระเงินที่ธนาคารออกให้มาพร้อมใบส่งชื่อนี้

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 ที่ต้องการสมัครเป็นสมาชิกเพื่อประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้ากรณารอกข้อมูลตามแบบฟอร์มข้างต้น และจัดส่งให้วารสารดำเนินการต่อไป

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

สาขา ☐ วิทยาศาสตร์สุขภาพ

สาขา ☐ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาขา ☐ วิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาชุมชน

☐ บทความวิชาการ (Review Articles)

คำยืนยันของผู้แต่งทุกท่าน

ข้าพเจ้าขอยืนยันว่าบทความนี้ไม่เคยเสนอหรือกำลังเสนอตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน และยินดีให้กองบรรณาธิการวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา เลือกสรรหาผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อพิจารณาต้นฉบับของข้าพเจ้าโดยอิสระ และยินยอมให้กองบรรณาธิการฯ สามารถตรวจแก้ไขต้นฉบับดังกล่าวได้ตามสมควร และยินยอมให้บทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาถือเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ลงชื่อ.....

ลงชื่อ.....

ลงชื่อ.....

ลงชื่อ.....

ลงชื่อ.....

วันที่...../...../.....

วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2559)

Science and Technology Research Journal Nakhon Ratchasima Rajabhat University

Vol. 1 No.2 (July - December 2016)



V3892



www.sciencetech.nrru.ac.th



www.facebook.com/science.research.nrru

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนครราชสีมา

340 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทร. 044-009009 ต่อ 3295, 3200 โทรสาร 044-272939