



VOL.1 NO.2
JULY - DECEMBER 2020



วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด:

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Journal of Roi Et Rajabhat University: Science and Technology

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 | กรกฎาคม - ธันวาคม 2563
VOL.1 NO.2 | JULY - DECEMBER 2020

ISSN: 2730-2849

มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

113 หมู่ 12 ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120



คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

(เจ้าของและผู้จัดพิมพ์)

113 หมู่ 12 ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120

www.flas.reru.ac.th

คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

Faculty of Liberal Arts and Science, Roi-Et Rajabhat University

วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Journal of Roi Et Rajabhat University : Science and Technology) เป็นวารสารของคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิชาการในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสาขาที่เกี่ยวข้อง จัดพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ ราย 6 เดือน 1) มกราคม - มิถุนายน 2) กรกฎาคม – ธันวาคม โดยทุกเรื่องที่ได้รับการตีพิมพ์ได้ผ่านการพิจารณาตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาต่าง ๆ พร้อมทั้งพิจารณาคุณค่าทางวิชาการทั้งภายในและภายนอก

เรื่องที่ยื่นตีพิมพ์ ได้แก่ บทความวิชาการ/บทความปริทัศน์ บทความวิจัย ประกอบด้วยสาขาวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ชีวเคมี จุลชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์การอาหาร วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี (ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์) และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ติดต่อสอบถาม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ ภูสีฤทธิ์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด 113 หมู่ 12 ตำบลเกาะแก้ว อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45120
E-mail : Science101@reru.ac.th

เนื้อหาบทความในวารสารนี้เป็นความคิดเห็นของผู้เขียนโดยผ่านความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจอ่าน
คณะผู้จัดทำไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยและมีใช้ความรับผิดชอบของคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

กรรมการที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์พิเศษ นายแพทย์ สมพร	โพธินาม	นายกสภามหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลย	ภูมิพันธุ์	อธิการบดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิต	กัมมันตะคุณ	รองอธิการบดีฝ่ายบริหาร
อาจารย์ ดร.ธนาภรณ์	พันธ์วี	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.อนันต์	พลธานี	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.สมเดช	กนกเมธากุล	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.ดารุณี	จงอุดมการณ์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.เสริม	จันทร์ฉาย	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ	ลัสมสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม	ม่วงมี	มหาวิทยาลัยบูรพาวิทยาเขตจันทบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร	ทองกระจาย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์อลงกรณ์	พรหมที	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์	วังภคพัฒน์วงศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดาริณี	สุภาพ	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริมมาลา	ข้าคมเขตต์	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรศาสตร์	คณาศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร	จันทร์สองดวง	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
อาจารย์ ดร.ปภากร	จันทร์วงศ์ฤทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด
อาจารย์ ดร.ศิริญา	อ่อนอัฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

บรรณาธิการ

อาจารย์ ดร.พูนสุข	จันทศิลป์
-------------------	-----------

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยณัฐรินทร์	สมพร
------------------------------------	------

บทบรรณาธิการ

วารสารฉบับนี้เป็นวารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Journal of Roi Et Rajabhat University : Science and Technology) คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุน ส่งเสริมให้นักวิชาการ นักวิจัย คณาจารย์ นักศึกษา และผู้ที่สนใจได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ประสบการณ์ นำเสนอผลงานวิจัยที่จะพัฒนาสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ชีวเคมี จุลชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์การอาหาร วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี (ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์) และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีระยะเวลาการตีพิมพ์เผยแพร่ ปีละ 2 ฉบับ โดยมุ่งพัฒนาเพื่อเข้าสู่มาตรฐานของคุณภาพผลงานวิชาการและเข้าสู่ฐานข้อมูลของศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai-Journal Citation Index Centre : TCI) ในลำดับต่อไป

วารสารฉบับนี้ประกอบด้วย บทความวิชาการ จำนวน 1 เรื่อง และบทความวิจัย จำนวน 7 เรื่อง ทั้งนี้กองบรรณาธิการได้คัดเลือกบทความที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาต่าง ๆ พร้อมทั้งพิจารณาคุณค่าทางวิชาการเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานของวารสารวิชาการทั่วไป

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้ความกรุณาอนุเคราะห์การอ่านและให้คำแนะนำต่อบทความ พร้อมกันนี้ขอขอบคุณเจ้าของบทความทุกท่านทุกฉบับที่ตีพิมพ์ในวารสารฉบับนี้เป็นอย่างสูงที่ให้ความสนใจเป็นอย่างดี ทั้งนี้ขอเชิญชวนนักวิชาการ อาจารย์และนักศึกษาและผู้สนใจทั่วไปได้ร่วมส่งบทความเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในฉบับต่อ ๆ ไป อนึ่งหากมีข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงคุณภาพวารสารให้มีคุณภาพและมีมาตรฐานสามารถติดต่อโดยตรงทาง Email: Science101@reru.ac.th

พูนสุข จันทศิลป์
บรรณาธิการ

สารบัญ

หน้า

บทความ

บทความวิชาการ

โกฐกระดูก (*Aucklandia lappa* DC.) และหัวกระเทียม (*Zingiber zerumbet* L. Roscoe ex sm.)

สมุนไพรที่ใช้แทนกันได้ตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทย

สุภัทรา กลางประพันธ์ ญัฐภูมิ ธานี และ นริศราภรณ์ พิมพ์พร

1

บทความวิจัย

Fourier transform infrared spectroscopy investigation of batch pasteurized milk molecules

Sunmonu, Musliu Olushola and Oyedun, Aliu Olamide

12

เปรียบเทียบผลของการฝึกการออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนพื้นราบกับบนพื้นทรายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย

สุรัมภา เจริญสุข แก้ววงษ์ และ ธนพล แก้ววงษ์

21

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอ

รณชัย จันทรัตน์, ศรัณย์ สิทธิชัย และ วิจิตรา แดงปรก

27

การประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นกำจัดยุงพาหะนำโรคของหน่วยงานเครือข่ายในเขตสุขภาพที่ 4 จังหวัดสระบุรี ปี พ.ศ.2561-2562

รุจิรา เลิศพร้อม

36

อิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสีของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก

วรรณิธร อังคะศิริบุญ, วิโรจน์ อิมเอิบ และ ภัทรบดี พิมพ์กี

45

การตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* ในน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดร้อยเอ็ด

สุรัชย์ รัตนสุข, นรินทร์ อุบลบาน และ รติรส เสี่ยงสาย

54

ผลการสำรวจลูกน้ำยุงลายกับการเกิดโรคไข้เลือดออกในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 ปี พ.ศ.2560-2562

รุจิรา เลิศพร้อม

59

โกฐกระดูก (*Aucklandia lappa* DC.) และหัวกระเทียม (*Zingiber zerumbet* L. Roscoe ex sm.) สมุนไพรที่ใช้แทนกันได้ตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทย

A substitute herb between *Aucklandia lappa* DC. and *Zingiber zerumbet* L. Roscoe ex sm. according to Thai Traditional Medicine

สุภัทรา กลางประพันธ์^{1*}, ณัฐภูมิ ธานี¹ และ นริศราภรณ์ พิมพ์พร¹
Supattra Klangprapun^{1*}, Nattaphum Thani¹ and Narisaraporn Pimprom¹

Received: 3 ก.ย. 2563
Revised: 1 ธ.ค. 2563
Accepted: 9 ธ.ค. 2563

บทคัดย่อ

ตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทยระบุว่าสมุนไพรหลายชนิดสามารถนำมาใช้แทนกันได้ ซึ่งส่วนใหญ่มักพิจารณาจากรสชาติและสรรพคุณที่ใกล้เคียงกัน โกฐกระดูก (*Aucklandia lappa* DC.) และหัวกระเทียม (*Zingiber zerumbet* L. Roscoe ex sm.) ถูกระบุว่าเป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณเหมือนกัน สามารถนำมาใช้แทนกันได้ บทความนี้มุ่งนำเสนอการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของโกฐกระดูกและหัวกระเทียม ผลการศึกษาพบว่าโกฐกระดูกและหัวกระเทียมมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นสารในกลุ่มน้ำมันหอมระเหย (Essential oil) และสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) โดยมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่คล้ายคลึงกันในการต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ และต้านมะเร็ง ประกอบกับสรรพคุณที่ระบุไว้ในตำรายาโบราณซึ่งมักใช้โกฐกระดูกและหัวกระเทียมเพื่อรักษาอาการปวดบวม ปวดมวนในท้อง และแก้บิด จากข้อมูลดังกล่าวจึงสามารถอธิบายแนวคิดของแพทย์แผนโบราณที่กล่าวว่าโกฐกระดูกมีสรรพคุณเหมือนกันกับหัวกระเทียมได้ แต่อย่างไรก็ตามควรมีการทดสอบทางห้องปฏิบัติการเพื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสมุนไพรทั้งสองชนิดเพิ่มเติม เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการใช้แทนกันได้ของสมุนไพรทั้งสองชนิดต่อไป

คำสำคัญ: โกฐกระดูก, หัวกระเทียม, สมุนไพรใช้แทนกัน

Abstract

According to Thai traditional medicine, a 'substitute herb' is a plant that shares the same medicinal properties as another better known plant and can therefore be used in place of it. *Aucklandia lappa* DC. can be used as a substitute for *Zingiber zerumbet* L. Roscoe ex sm. In this paper, a literature review of the chemical composition and pharmacological activities of *Aucklandia lappa* DC. and *Zingiber zerumbet* L. Roscoe ex sm. We found that the chemical composition of the two plants showed Essential oil and flavonoid. Pharmacological activity of the two plants showed that the same anti-inflammatory, anti-oxidant and anti-cancer. In concordance with the therapeutic properties in Thai traditional medicine textbooks to use *A. lappa* roots and *Z. zerumbet* rhizome to treat tenesmus, Stomach ache, dysentery. This information can be explained the conceptual idea of Thai traditional medicine to the similarity in therapeutic properties between *A. lappa* and *Z. zerumbet*. However, Further studies are now warranted to compare the phytochemical composition and pharmacological activities of the two plants.

Keywords: *Aucklandia lappa* DC., *Zingiber zerumbet* L. Roscoe ex sm., substitute Herbs

¹คณะแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อำเภอเมืองอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี รหัสไปรษณีย์ 34000

¹Faculty of Thai Traditional and Alternative Medicine Ubon Ratchathani Rajabhat University, Mueang Ubon Ratchathani District, Ubon Ratchathani Province, 34000, Thailand

*Corresponding Author: E-mail: supattra.kl@ubru.ac.th

บทนำ

ตำราอายุรเวทศึกษา กล่าวว่า “ตามความรู้ของธรรมชาติคนสามัญทั่วไปที่รู้จักกันอยู่ในโลกมีคู่กัน เช่น มีตัวผู้ ตัวเมีย มีดำมีขาว มียาวมีสั้น มีมันมีคลอน มีร้อนมีเย็น มีโรคและมียาแก้โรค ” เช่นเดียวกันกับการใช้สมุนไพรที่ตามตำรา การแพทย์แผนไทยระบุว่าสมุนไพรหลายชนิดสามารถนำมาใช้แทนกันได้ เช่น บอระเพ็ดมีสรรพคุณเทียบเท่าชิงช้าชาลี เมี่ยงล็ก มีสรรพคุณเทียบเท่ากะเพรา กานพลูมีสรรพคุณเทียบเท่าลูกจันทร์ ดีปลีมีสรรพคุณเทียบเท่าขิง และโกฐกระดูกมีสรรพคุณเทียบเท่าหัวกระเทียม เป็นต้น (นิเทศ พุ่มชูศรี, 2516) ซึ่งการพิจารณาสรรพคุณของสมุนไพรนั้น ส่วนใหญ่แพทย์แผนโบราณมักจะพิจารณาจากรสและฤทธิ์ที่ใกล้เคียงกัน หรือละม้ายคล้ายคลึงกันก็สามารถนำมาใช้แทนกันได้ (ชยันต์ พิเชียรสุนทร และคณะ, 2555)

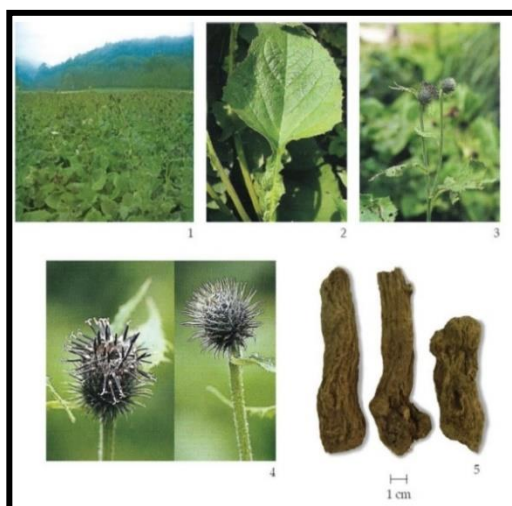
โกฐกระดูกเป็นสมุนไพรที่นิยมใช้กันในการแพทย์แผนจีน โดยใช้รากเป็นยา มีรสขม หวาน มัน ฝาด ระบุข้อบ่งใช้ แก้อาการเจ็บหน้าอก แก้อาการบิดที่มีอาการปวดเบ่ง และอาหารไม่ย่อยที่มีอาการเบื่ออาหารร่วมด้วย (คณะอนุกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย, 2559) ส่วนในตำราสรรพคุณยาโบราณของไทยกล่าวว่า โกฐกระดูกมีรสขม หวาน มัน ระคนกัน รู้ แก้อาการเสมหะและลม แก้อาการหอบ แก้อาการในท้องเสียดำรง บำรุงหัวใจให้ชุ่มชื้น บำรุงกระดูก (ชยันต์ พิเชียรสุนทร และคณะ, 2558) สำหรับกระเทียมจะใช้เหง้าหรือที่คนโบราณเรียกหัวมาทำเป็นยา มีรสขม ชื่น ปรี๊ด เผ็ดเล็กน้อย ใช้รักษาอาการปวดมวนในท้อง แก้อาการบิด และบำรุงน้ำนม (จุจินาถ อรรถสิทธิ และคณะ, 2530) แต่เนื่องจากโกฐกระดูกเป็นสมุนไพรที่ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศทำให้มีราคาแพง และบางครั้งอาจไม่มีหรือขาดไปทำให้หาใช้ได้ยาก ดังนั้นในอดีตแพทย์แผนโบราณจึงมีการใช้หัวกระเทียมแทนโกฐกระดูก

อย่างไรก็ตามการจะระบุว่าโกฐกระดูกมีสรรพคุณเทียบเท่าหัวกระเทียมได้นั้นจะต้องมีข้อมูลขององค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสมุนไพรทั้งสองชนิด ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของโกฐกระดูกและหัวกระเทียมอย่างชัดเจน บทความฉบับนี้จึงเป็นการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของโกฐกระดูกและหัวกระเทียมที่ในตำราแพทย์แผนไทยระบุว่ามีความสม่อกัน เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการใช้หัวกระเทียมแทนโกฐกระดูกต่อไป

การทบทวนวรรณกรรมนี้ศึกษาจากคัมภีร์แพทย์แผนโบราณ ตำราที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์แผนไทย และฐานข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมุนไพร โดยใช้คำสำคัญคือ 1. โกฐกระดูก (*Aucklandia lappa* DC.) 2. หัวกระเทียม (*Zingiber zerumbet* L. Roscoe ex sm.) 3. สมุนไพรที่ใช้แทนกันได้ 4. องค์ประกอบทางเคมี (Chemical constituents) และ 5. ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (Biological activity)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสมุนไพร

โกฐกระดูก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aucklandia lappa* DC. อยู่ในวงศ์ Compositae มีชื่อพ้องหลายชื่อได้แก่ *Aucklandia costus* Falconer, *Aplotaxis auriculata* DC. และ *Aplotaxis lappa* Decne ชื่อ การค้าเรียกว่า “Kuth Root” ชื่อสามัญเรียกว่า “Costus” จีนเรียก “บั๊กเอียง” (แต่จีว) หรือ “หมู่เอียง” (แมนดาริน) พืชที่ให้โกฐกระดูกนี้เป็นพืชเฉพาะถิ่นที่ขึ้นทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของป่าหิมพานต์ในแคว้นแคชเมียร์หรือกัศมีร์ (Kashmir) ของอินเดีย ที่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 2,500 - 4,000 เมตร พืชชนิดนี้เป็นพืชขนาดเล็ก อายุหลายปี สูง 1 - 2 เมตร มีรากที่คงทน ขนาดใหญ่ และอาจยาวได้ถึง 60 เซนติเมตร ลำต้นมีขนปกคลุม ใบใหญ่ บาง รูปคล้ายสามเหลี่ยม ก้านใบแผ่ออกเป็นปีก มีขนปกคลุม ขอบใบหยัก ดอกออกเป็น กระจุก ไม่มีก้าน ออกที่ซอกใบหรือที่ปลายยอด มีใบประดับสีม่วง รูปไข่แกม รูปใบหอก ปลายแหลมแข็ง กลีบดอกเป็นหลอดยาวประมาณ 2 เซนติเมตร สีน้ำเงินม่วงถึงเกือบดำ ผลเป็นรูปโค้ง มีขนปกคลุม (ชยันต์ พิเชียรสุนทร และคณะ, 2558)



ภาพประกอบที่ 1 ลักษณะโกฐกระดูก (*A. lappa* DC.) 1. ลักษณะนิสัย 2. ใบ 3. และ 4. ช่อดอก 5. ลักษณะเครื่องยา
(ที่มาภาพ: Department of Medical Sciences, 2019)

ส่วนกระเทียม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zingiber zerumbet* L. Roscoe ex sm. วงศ์ Zingiberaceae ต้นกระเทียม เชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดในอินเดีย ต่อมาภายหลังได้แพร่กระจายมายังทวีปเอเชีย รวมถึงประเทศไทย โดยจัดเป็นไม้ล้มลุก มีลำต้น อยู่เหนือดินสูงราว 0.9 - 1.5 เมตร และมีเหง้าอยู่ใต้ดินเรียกว่า "เหง้ากระเทียม" หรือ "หัวกระเทียม" เปลือกนอกของเหง้า มีสีน้ำตาลแกมเหลือง ส่วนเนื้อในมีสีเหลืองอ่อน กลิ่นหอม มีรสขม ชื่น ปรี๊ด และเผ็ดเล็กน้อย ใบกระเทียมเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับ ในระนาบเดียวกัน สีเขียวเข้ม ลักษณะของใบคล้ายรูปหอกแกมขอบขนาน ปลายใบแหลม โคนใบสอบ ขอบและแผ่นใบเรียบ ด้านล่างของใบมักมีขนนุ่ม ใบกว้าง ประมาณ 5 - 7.5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 20 - 30 เซนติเมตร ที่ก้านใบเป็นกาบ หุ้มลำต้น กระเทียมออกดอกเป็นช่อแทงขึ้นมาจากเหง้า ลักษณะของช่อดอกเป็นรูปทรงกระบอก มีกลีบดอกสีขาวนวลออกเหลือง มีใบประดับขนาดใหญ่สีเขียวแกมแดง เรียงซ้อนกันหนาแน่นและเป็นระเบียบ โคนเชื่อมติดกันเป็นหลอด ดอกจะบานไม่พร้อม กัน ผลกระเทียม มีลักษณะเป็นเมล็ดสีดำ ผลค่อนข้างกลม ผลแห้งแตก และมีเนื้อสีขาวบางหุ้มเมล็ดอยู่ (ณัฏฐิราส มารักษ์ และ นิสาชล เทศศรี, 2563)



ภาพประกอบที่ 2 ลักษณะกระเทียม (*Z. zerumbet* L.) 1. ลักษณะนิสัย (a) ลำต้น (b) 2. ดอกและหน่อผล (c) เมล็ดที่มีเยื่อหุ้ม เมล็ด (d) 3. เหง้าที่มีรากและปมราก (e) ภาพตัดผิวหน้าของเหง้า (f) 4. ช่อดอกที่แสดงกลีบประดับ 2 ดอก 5. ดอกที่แสดงแฉก กลีบดอก เกสรตัวผู้ กลีบดอกที่เป็นกลีบปากขนาดใหญ่ และก้านชูอับเรณู (g) ดอกมีสีขาวและสีเหลือง (h) 6. ลักษณะเครื่องยา
(ที่มาภาพ: Department of Medical Sciences, 2019)

ลักษณะของเครื่องยา

ลักษณะเครื่องยาที่มีชื่อเรียกว่าโกศกระดูก

ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (Thai Herbal Pharmacopoeia, THP) (2019) ได้กล่าวถึงลักษณะของเครื่องยาที่มีชื่อเรียกว่าโกศกระดูกว่ามีลักษณะเป็นทรงกระบอกยาวประมาณ 8 – 12 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 – 5 เซนติเมตร ภายนอกมีสีน้ำตาลอมเหลืองถึงน้ำตาลอมเทา มีรอยย่นเป็นร่องตามยาวและมีรอยคล้ายแผลเป็นด้านข้าง เนื้อภายในแข็ง หักง่ายมีสีน้ำตาลอมเทาถึงน้ำตาลเข้ม



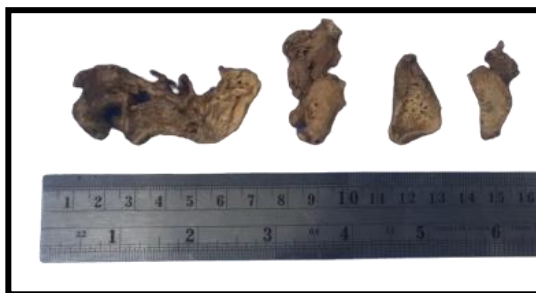
ภาพประกอบที่ 3 เครื่องยาที่มีชื่อเรียกว่ารากโกศกระดูก

นอกจากนี้ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทยยังได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพของเครื่องยาโกศกระดูกไว้ (Department of Medical Sciences, 2019 : 263-271) ดังนี้

- ปริมาณน้ำ ไม่เกินร้อยละ 11.0
- ปริมาณสิ่งแปลกปลอมไม่เกินร้อยละ 2.0
- ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดไม่เกินร้อยละ 1.0
- ปริมาณเถ้ารวมไม่เกินร้อยละ 6.0
- ปริมาณน้ำมันหอมระเหยไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.7
- ปริมาณสารสกัดในเอทานอลไม่น้อยกว่าร้อยละ 11.0
- ปริมาณสารสกัดในน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ 27.0

ลักษณะของเครื่องยาที่มีชื่อเรียกว่าหัวกระทือ

ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทย (2019) ระบุว่าหัวกระทือ เป็นส่วนของเหง้าที่นำมาทำเป็นยา โดยเหง้าแห้งมีลักษณะหั่นเฉียงหรือหั่นตามขวาง บางส่วนเป็นชิ้นยาว รูปร่างไม่สม่ำเสมอ หนาประมาณ 2 – 5 มิลลิเมตร มีสีเหลืองหรือน้ำตาลอ่อน ผิวด้านนอกมีสีน้ำตาลอ่อน และมีรอยตามยาว บางส่วนมีลักษณะคล้ายรอยแผลเป็นจากราก เนื้อในแน่นมีลักษณะเป็นเส้น



ภาพประกอบที่ 4 เครื่องยาที่มีชื่อเรียกว่าเหง้ากระทือ

นอกจากนี้ในตำรามาตรฐานยาสมุนไพรไทยยังได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพของเครื่องยาหัวกระเทียมไว้ (Department of Medical Sciences, 2019) ดังนี้

- ปริมาณสิ่งแปลกปลอมไม่เกินร้อยละ 1.0
- ปริมาณเถ้าที่ไม่ละลายในกรดไม่เกินร้อยละ 5.0
- ปริมาณเถ้ารวมไม่เกินร้อยละ 10.0
- ปริมาณน้ำมันหอมระเหยไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.6
- ปริมาณสารสกัดในเอทานอลไม่น้อยกว่าร้อยละ 2.0
- ปริมาณสารสกัดในน้ำไม่น้อยกว่าร้อยละ 9.0
- ปริมาณน้ำไม่เกินร้อยละ 0.6

องค์ประกอบทางเคมีของสมุนไพร

องค์ประกอบทางเคมี (Phytochemical) ในพืชสมุนไพรเป็นสารเคมีชนิดต่าง ๆ ที่พบในพืชสมุนไพรสามารถแบ่งกลุ่มสารเคมีในสมุนไพรตามสารตั้งต้น (Biosynthetic origin) ได้เป็น 2 กลุ่ม คือสารปฐมภูมิ (Primary metabolites) และสารทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ซึ่งสารปฐมภูมิเป็นสารเคมีพื้นฐานที่พบในสมุนไพรชั้นสูงโดยทั่วไป โดยพบได้ในสมุนไพรเกือบทุกชนิด ส่วนใหญ่เป็นสารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและกระบวนการสังเคราะห์กรดอะมิโนบางชนิด เช่น คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน ส่วนสารทุติยภูมิเป็นสารประกอบที่พบแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด สารเหล่านี้เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ในพืช มักจะแสดงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอย่างชัดเจน (สมศักดิ์ นวลแก้ว, 2563) ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีที่พบในโกฎิกระดุกและหัวกระเทียม สามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 1 – 2

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีที่พบในโกฎิกระดุก

กลุ่มสาร	องค์ประกอบทางเคมี	อ้างอิง
Essential oil	dehydrocostus lactone, 8-cedren-13-ol, costunolide, α -curcumene, β -costol, δ -elemene, α -costol, α -ionone, α -selinene, 4-terpinol, (+)- selina-4, 11-diene, 2- β -pinene, (+)- γ -costal, (-)(E)-transbergamota-2,12-dien14-al, (-)-caryophyllene, 12- methoxy-dihydro-dehydro costus lactone	(Wahab, A, 2019 : 97-102), (จันทนา บุรณะโอสถ, 2016 : 45-60), (Ansari, S, 2019 : 71), (Liu, Z. L, 2012 : 2125-2130)
Sesquiterpene	saussureamines A-E, Dehydrocostus lactone, Isozalizanin, Zaluzanin C, 13Dihydro-3-epizaluzanin C, Cynaropicrin, Lappalone, 12Methoxy-dihydrodehydrocostus lactone, Mokko lactone, Dihydroglucoaluzanin Ç, Isodehydrocostus lactone, Saussurealdehyde, Isodehydrocostuslactone-15-aldehyde, Epoxydehydrocostus lactone, poxyisozalizanin C, Epoxy-3-ketodehydrocostus lactone, 4 β -Methoxy-dehydrocostus lactone, 15-Hydroxydehydrocostus lactone, Lappadilactone Saussureal, Sulfodihydrosantamarine, Sulfodihydrosantamarine, Sulfodihydroreyosin, Dihydroreyosin, Reynosin, Reynosin, β -Costic acid, 6 α - Dihydroxycostic acid, α -Cyclocostunolide, Alantolactone, Isoalantolactone, β -Cyclocostunolide, Magnolialide, 4 β -Hydroxyendesin, 4 β -Hydroxy-4 β -Methyldihydrocostol, α -Costol, Isocostic acid, Colartin, Dihydrocostunolide, Costunolide, 12-Methoxydihydrocostunolide, 15-0- β -d-glucopyranoside	(Ansari, S, 2019 : 71),

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กลุ่มสาร	องค์ประกอบทางเคมี	อ้างอิง
Alkaloid	Saussurine, Taraxaterolaiong	(Ansari, S, 2019: 71), (Alaagib, R. M. O., 2015: 73-76)
Flavonoids	Rutin, Cynaroside	(Minhas,S. K., 2017: 1-8) (Abdelwahab, S. L., 2019: 2155-2160)
anthraquinone	aloeemodin-8-O- β -d-glucopyranoside, rhein-8-O- β -dglucopyranoside chrysophanol	(Wei, H., 2014 : 1-7) (Lee, H. J., 1999: 104-108)

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีที่พบในหัวกระเทียม

กลุ่มสาร	องค์ประกอบทางเคมี	อ้างอิง
Essential oil	Zerumbone, Humulene, β -copaen-4 α -o, Caryophyllene oxide, Spathulenol, Camphene, β -eudesmo, Epi- α -cadinol, E-bisabol-11-ol, γ -eudesmol, Camphor, 1,8-cineole, β -sinensal, Eugenyl acetate, β -caryophyllene, Humulene epoxidel, β -elemenone, Linalool, α -pinene, α -himachalene oxide, Borneo, p-cymene, 3-carene, Terpinen-4-ol, Bornyl acetate, Camphene hydrate, Fenchone, α -terpineol, Isoborneol, Limonene	(Bhuiyan,M. N. I., 2009 : 9-12), (Rana,V. S., 2017 : 320-329)
Flavonoid	p-hydromatographyde, vanillin, kaempferol -3,4',7-o-trimethylether, kaempferol-3-o-methylether, kaempferol -3,4'-o-dimethylether, -o-acetylfazelin, kaempferol -3-o, 2'',4''-o-diacetylfazelin, kaempferol -3-o, 3'',4''-o-diacetylfazelin, kaempferol -3-o Kaempferol, kaempferol-3-O-methyl; kaempferol-3-O-(4-acetyl)rhamnoside	(Jang, D. S., 2004 : 286-289)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสมุนไพร

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของโกศกระดุก

1) ฤทธิ์ต้านแผลในกระเพาะอาหาร

การทดสอบของ Yoshikawa และคณะ (1993 อ้างถึงใน Wahab, A., 2017) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านแผลในกระเพาะอาหารในหนูขาว โดยทำให้หนูมีความเครียดจนเกิดแผลในกระเพาะอาหาร จากนั้นให้สาร saussureamines A-E ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่พบในโกศกระดุก และให้ยา Cetraxate เป็นยามาตรฐานในการทดลอง ผลการทดสอบพบว่าสาร saussureamines A มีฤทธิ์ในการยับยั้งกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่ทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารได้ และเมื่อนำสาร saussureamines A มาเปรียบเทียบกับ Cetraxate พบว่าสาร saussureamines A มีฤทธิ์การยับยั้งแผลในกระเพาะอาหารอย่างมีนัยสำคัญ

2) ฤทธิ์ในการป้องกันความเสียหายของเซลล์

การทดสอบของ Choi E.M. (2009) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ในการป้องกันความเสียหายของเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างกระดูก โดยนำสาร dehydrocostus lactone ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่พบในโสมกระดูก มาทำการทดสอบเพื่อดูการตอบสนองของเซลล์ osteoblast ต่อความเสียหายที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ผลการทดสอบพบว่าสาร dehydrocostus lactone ในปริมาณ 0.1–10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถเพิ่มการเจริญเติบโตของเซลล์ osteoblast ได้อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นถึงการป้องกันความเสียหายจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของเซลล์ที่สร้างกระดูกได้

3) ฤทธิ์ด้านการอักเสบ

การศึกษาของ Gautam H. (2018) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ด้านการอักเสบของสารสกัดส่วนเอทานอลของโสมกระดูก โดยให้สารสกัดในปริมาณ 50–200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว ในหนูที่ทำให้เกิดการอักเสบเฉียบพลันและเรื้อรัง ผลการศึกษาพบว่า สารสกัดส่วนเอทานอลของโสมกระดูกมีฤทธิ์ด้านการอักเสบ โดยสามารถลดอาการบวม น้ำที่อุ้งเท้า และเยื่อช่องท้องที่อักเสบในหนูได้

4) ฤทธิ์ด้านมะเร็ง

การศึกษาของ Kim E.J. (2012) ได้ทำการทดสอบสารสกัดส่วนเอทิลของโสมกระดูกต่อการเปลี่ยนแปลงของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก โดยการแยกสารที่เป็นองค์ประกอบหลักที่พบในสารสกัดส่วนเอทิล แล้วนำไปทดสอบฤทธิ์ในการต้านการแพร่กระจายของมะเร็งต่อมลูกหมาก ผลการทดสอบพบว่า สาร dehydrocostus lactone ที่แยกได้จากสารสกัดส่วนเอทิลของโสมกระดูกเป็นองค์ประกอบทางเคมีหลักที่มีศักยภาพยับยั้งเอนไซม์ matrix metalloproteinase (MMP-9) และเพิ่มการทำงานของ tissue inhibitor of metalloproteinases (TIMPs-2) ทำให้มีศักยภาพในการต้านการแพร่กระจายตัวของมะเร็งต่อมลูกหมากได้

5) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

การศึกษาของ Sadik I. (2017) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดส่วนเอทานอลของโสมกระดูกในหลอดทดลอง เปรียบเทียบกับวิตามิน E โดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl ผลการทดสอบพบว่า โสมกระดูกมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ใกล้เคียงกับวิตามิน E และดีต่อหลอดเลือดและการทำงานของหัวใจ

6) ฤทธิ์ปกป้องความเป็นพิษต่อตับ

Kadhem M. A. (2019) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ในการปกป้องตับของสารสกัดส่วนเอทานอลของโสมกระดูก ในกระต่ายเพศเมีย โดยกระต่ายเพศเมีย 18 ตัวถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 ตัว ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อตับโดยการให้พาราเซตามอล จากนั้นกระต่ายกลุ่มแรก ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมได้รับน้ำกลั่นเป็นเวลา 14 วัน กลุ่มที่สอง ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่เป็นบวก (positive control) ให้ยาพาราเซตามอลขนาด 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว รับประทานเป็นเวลา 14 วัน และรักษาด้วยสารสกัดส่วนเอทานอลของโสมกระดูกขนาด 300 มก./กก.ของน้ำหนักตัว รับประทานเป็นเวลา 14 วัน จากนั้นเก็บผลเลือดจากหัวใจ เพื่อวัดค่าพารามิเตอร์ทางชีวเคมี ได้แก่ Alanine aminotransferase (ALT), Aspartate aminotransferase (AST), Total protein (TP) และ Albumin รวมทั้งการตรวจฮอร์โมน Follicle Stimulating Hormone (FSH) และ Luteinizing hormone (LH) ผลการทดสอบพบว่า ในกลุ่มควบคุมที่เป็นบวกค่า ALT และ AST ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และระดับ TP, Albumin, FSH และ LH ในกระต่ายที่ได้รับสารสกัดเอทานอลของโสมกระดูกเพิ่มขึ้นอย่างมีระดับนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของหัวกระเทียม

1) ฤทธิ์ด้านการอักเสบ

การศึกษาของ Somchit M.N. (2012) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ด้านการอักเสบของสาร Zerumbone ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่พบในหัวกระเทียม ทำการทดสอบในสัตว์ทดลอง โดยแบ่งหนูออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มควบคุมได้รับ NaCl 0.9 % ฉีดผ่านทางช่องท้อง 2) กลุ่มที่ได้รับ Piroxicam 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ฉีดผ่านทางช่องท้อง 3) กลุ่มที่ได้รับสาร Zerumbone 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ฉีดผ่านทางช่องท้อง 4) กลุ่มที่ได้รับสาร Zerumbone 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ฉีดผ่านทางช่องท้อง ทดสอบฤทธิ์ลดการอักเสบโดยให้หนูรับ NaCl 0.9 % เพื่อให้หนูอักเสบ หลังจากนั้น 30 นาที ทำการรักษา

ตามวิธีของแต่ละกลุ่ม และวัดผลด้วยการวัดขนาดอุ้งเท้าของหนูเปรียบเทียบกับขนาดเริ่มต้นในทุก ๆ ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่ได้รับสาร Zerumbone มีฤทธิ์ต้านการอักเสบอย่างมีนัยสำคัญ และมีฤทธิ์คล้ายคลึงกับยา Piroxican

2) ฤทธิ์ต้านมะเร็ง

Girisa S. (2018) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับศักยภาพของสาร zerumbone ที่พบในหัวกระเทียมต่อการเป็นสารต้านมะเร็ง พบว่าสาร zerumbone สามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนและการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งตับ โดยลดการแสดงออกของเอนไซม์ matrix metalloproteinase 9, vascular endothelial growth factor และ VEGF receptor โปรตีนอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้สาร zerumbone ยังแสดงให้เห็นถึงการตายของเซลล์ผ่านทางกลไกการควบคุม BCL2-associated X protein และการยับยั้งการแสดงออกของโปรตีน B-cell lymphoma- 2 บนเซลล์

3) ฤทธิ์ต้านเบาหวาน

Muhtadi M. (2019) ได้ศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านเบาหวานและต้านการอักเสบของสารสกัดส่วนเอทานอลของกระเทียมในหนูเพือกวิสตาร์ โดยหนูที่นำมาทดลองถูกทำให้เป็นเบาหวานโดยให้ alloxan ปริมาณ 150 มิลลิกรัม แล้วสังเกตน้ำตาลในเลือดเป็นเวลา 4 วันด้วยการเจาะเลือดวัดระดับน้ำตาลในเลือด ก่อนการทดลองผู้วิจัยให้หนูอดอาหารเป็นเวลา 15-18 ชั่วโมง เพื่อฉีดสารสกัดส่วนเอทานอลของกระเทียมปริมาตร 300 มิลลิกรัมต่อกรัม แล้วทำการสุ่มตรวจเลือดผ่านหลอดเลือดดำที่ด้านข้างหางของหนูปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร จากนั้นปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำส่วนที่เหลือนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร ผลการทดลองพบว่า สารสกัดส่วนเอทานอลของหัวกระเทียมมีฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญ

4) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Sreevani N. (2013) ได้ทำการสกัดหัวกระเทียมด้วยตัวทำละลายต่างกันชนิด ได้แก่ เอทานอล เมทานอล ไอโซโพรพานอล บิวทิลไฮดรอกซิล แล้วนำมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ผลการทดสอบพบว่า ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของตัวทำละลายที่เพิ่มขึ้น สารสกัดเอทานอลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง (92%) มากกว่าสารสกัดเมทานอล (87%) และไอโซโพรพานอล (76%) ที่ความเข้มข้น 400 ppm ส่วนสารสกัดบิวทิลไฮดรอกซิล (BHA) เท่ากับ 93% โดยสารสกัดส่วนเอทานอลเมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธี โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography; HPLC) พบว่าประกอบด้วยสาร demethoxycurcumin และสาร bisdemethoxycurcumin ที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้เป็นอย่างดีจากการพบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของโกลูกระดุกและหัวกระเทียม สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของโกลูกระดุกและหัวกระเทียม

สมุนไพร	ตัวทำละลายที่ใช้สกัด	ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา						อ้างอิง
		ฤทธิ์ต้านแผลในกระเพาะอาหาร	ฤทธิ์ในการปกป้องตับ	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ	ฤทธิ์การต้านมะเร็ง	ฤทธิ์ต้านระดับน้ำตาลในเลือด	ฤทธิ์ต้านการอักเสบ	
โกลูกระดุก	เมทานอล	/		/				(Sadik, I., 2017 :), (Yoshikawa, M., 1993 : อ้างถึงใน Wahab, A., 2017)
	เอทานอล			/			/	(Kadhem, M. A., 2019), (Gautam, H., 2018)
	DMSO		/					(Wahab, A., 2017), (Choi, E. M., 2008)
	เฮกเซน				/			(Kim, E. J., 2012)

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สมุนไพร	ตัวทำละลายที่ใช้สกัด	ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา						อ้างอิง
		ฤทธิ์ต้านแผลในกระเพาะอาหาร	ฤทธิ์ในการปกป้องตับ	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ	ฤทธิ์การต้านมะเร็ง	ฤทธิ์ต้านระดับน้ำตาลในเลือด	ฤทธิ์ต้านการอักเสบ	
หัวกระเทียม	เมทานอล			/	/		/	(Sreevani, N., 2013), (Muhtadi, M., 2019), (Somchit, M. N., 2012)
	เอทานอล			/		/		(Sreevani, N., 2013)
	ไอโซโพรพานอล			/				(Sreevani, N., 2013)

สรุปผลการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของโสมกระตุกและหัวกระเทียม พบว่าโสมกระตุกมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นสารในกลุ่ม Essential oil, Flavonoid, Alkaloid, Anthraquinone, Sesquiterpene โดยสารออกฤทธิ์ที่สำคัญคือ dehydrocostus lactone ซึ่งเป็นน้ำมันหอมระเหยในกลุ่ม Sesquiterpene ส่วนหัวกระเทียมมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นสารในกลุ่ม Essential oil และสารกลุ่ม Flavonoid โดยมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญคือ Zerumbone ซึ่งเป็นน้ำมันหอมระเหยในกลุ่ม Sesquiterpene เช่นกัน ส่วนฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่สำคัญของโสมกระตุกและหัวกระเทียม พบว่า ทั้งคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ต้านเบาหวาน ต้านมะเร็ง ต้านการอักเสบ ปกป้องความเป็นพิษต่อตับ และด้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร โดยฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่คล้ายคลึงกันของสมุนไพรทั้ง 2 ชนิดคือ มีคุณสมบัติในการต้านการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ และต้านมะเร็ง ประกอบกับสรรพคุณที่ระบุไว้ในตำรายาโบราณที่มีการใช้โสมกระตุกและหัวกระเทียมเพื่อรักษาอาการปวดบ่ง ปวดมวนในท้อง และแก้บิด จากข้อมูลดังกล่าวจึงสามารถอธิบายแนวคิดของแพทย์แผนโบราณที่กล่าวว่า โสมกระตุกมีสรรพคุณเสมอกันกับหัวกระเทียม แต่อย่างไรก็ตามควรมีการทดสอบทางห้องปฏิบัติการเพื่อยืนยันว่าสมุนไพรทั้งสองชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่สามารถให้แทนกันได้จริง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะนำไปสู่การส่งเสริมให้มีการใช้ประโยชน์จากหัวกระเทียมซึ่งเป็นสมุนไพรที่มีในท้องถิ่น และลดการนำเข้าสมุนไพรจากต่างประเทศต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการจัดทำตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย. (2559). ตำราอ้างอิงยาสมุนไพรไทย โสมกระตุก. วารสารการแพทย์แผนไทย และแพทย์ทางเลือก. ปีที่ 14 ฉบับที่ 3 (3 กันยายน-ธันวาคม 2559), 335-337.
- จันคณา บุณยะโอสถ, ปันดดา พัฒนาคิน, ภัทราวดี เหลืองธูปราณี, ปกรณ์ ความวุฒิ และอุทัย โสธนะพันธุ์. (2559). การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารหอมระเหยจากเครื่องยาในพิกัดเนาวโกศด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบแก๊สแมสสเปกโตรเมตรี.วารสารไทยเภสัชวิทยานิตย. 11(2). คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชยันต์ พิเชียรสุนทร, ศุภชัย ตียวรนนท์ และวิเชียร จีรวงศ์. (2555). คู่มือเภสัชกรรมไทยเล่ม 6. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อมรินทร์.
- ชยันต์ พิเชียรสุนทร,แมนมาส ขวลิต และวิเชียร จีรวงศ์. (2558). คำอธิบายตำราพระโอสถพระนารายณ์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษามหาราช 5 ธันวาคม พุทธศักราช 2542. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: อมรินทร์ อมรินทร์ พรินตติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ณัฏฐิราส มารักษ์ และนิตาสล เทศศรี. (2562). การพัฒนาพืชสมุนไพรท้องถิ่นในจังหวัดจันทบุรี เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคที่สำคัญในพืช. คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นิเทศ (อมรัตน์) พุ่มชูศรี. (2516). อายุรเวชศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: พีซี พุ่มชูศรี.

- รุจิราภ อรรถสิทธิ์, ลักษณะ เต็มศิริกุลชัย และอาหาร รวีไพรบูลย์. (2530). สมุนไพรในงานสาธารณสุขมูลฐาน สำหรับบุคลากรสาธารณสุข. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สมศักดิ์ นวลแก้ว. (2563). เกษษกรรมแผนไทยประยุกต์ Applied Thai Traditional Pharmacy. มหาสารคาม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Abdelwahab, S. I., Taha, M. M. E., Alhazmi, H. A., Ahsan, W., Rehman, Z. U., Bratty, M. A., & Makeen, H. (2019). Phytochemical profiling of costus (*Saussurea lappa* Clarke) root essential oil, and its antimicrobial and toxicological effects. *Trop. J. Pharm. Res*, 18, 2155-2160.
- Alaagib, R. M. O., & Ayoub, S. M. H. (2015). On the chemical composition and antibacterial activity of *Saussurea lappa* (Asteraceae). *The Pharma Innovation*, 4(2, Part C), 73.
- Ansari, S. (2019). Ethnobotany and Pharmacognosy of Qust/Kut (*Saussurea lappa*, CB Clarke) with Special Reference of Unani Medicine. *Pharmacognosy Reviews*, 13(26), 71.
- Bhuiyan, M. N. I., Chowdhury, J. U., & Begum, J. (2009). Chemical investigation of the leaf and rhizome essential oils of *Zingiber zerumbet* (L.) Smith from Bangladesh. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 4(1), 9-12.
- Choi, E. M., Kim, G. H., & Lee, Y. S. (2009). Protective effects of dehydrocostus lactone against hydrogen peroxide-induced dysfunction and oxidative stress in osteoblastic MC3T3-E1 cells. *Toxicology in vitro*, 23(5), 862-867.
- Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. Thai Herbal Pharmacopoeia 2019. Volume II. Bangkok: The Agricultural Co-operative Federation of Thailand.,Ltd; 2019. Monograph (KRATHUE) *Zingiber zerumbet* L. Roscoe ex sm.
- Ansari, S. (2019). Ethnobotany and Pharmacognosy of Qust/Kut (*Saussurea lappa*, CB Clarke) with Special Reference of Unani Medicine. *Pharmacognosy Reviews*, 13(26), 71.
- Gautam, H., & Asrani, R. (2018). Phytochemical and Pharmacological Review of an Ethno Medicinal Plant: *Saussurea Lappa*. *Veterinary Research*, 6(01).
- Girisa, S., Shabnam, B., Monisha, J., Fan, L., Halim, C. E., Arfuso, F., & Kunnumakkara, A. B. (2019). Potential of zerumbone as an anti-cancer agent. *Molecules*, 24(4), 734.
- Jang, D. S., Han, A. R., Park, G., Jhon, G. J., & Seo, E. K. (2004). Flavonoids and aromatic compounds from the rhizomes of *Zingiber zerumbet*. *Archives of Pharmacal Research*, 27(4), 386-389.
- Kadhem, M. A., & Kadhum, S. A. (2019). Protective Effect of Ethanolic Extract of *Saussurea Lappa* on Paracetamol Induced Toxicity in Female Rabbits. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1294, No. 6, p. 062043). IOP Publishing.
- Kim, E. J., Hong, J. E., Lim, S. S., Kwon, G. T., Kim, J., Kim, J. S., ... & Park, J. H. Y. (2012). The hexane extract of *Saussurea lappa* and its active principle, dehydrocostus lactone, inhibit prostate cancer cell migration. *Journal of medicinal food*, 15(1), 24-32.
- Lee, H. J., Kim, N. Y., Jang, M. K., Son, H. J., Kim, K. M., Sohn, D. H. & Ryu, J. H. (1999). A sesquiterpene, dehydrocostus lactone, inhibits the expression of inducible nitric oxide synthase and TNF- α in LPS-activated macrophages. *Planta medica*, 65(02), 104-108.
- Liu, Z.L., He, Q., Chu, S. S., Wang, C. F., Du, S. S., & Deng, Z. W. (2012). Essential oil composition and larvicidal activity of *Saussurea lappa* roots against the mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasitology research*, 110(6), 2125-2130.
- Minhas, S. A., Khan, F. M., Abbas, F. I., & Faiz, A. U. H. (2017). Phytochemical Screening and Determination of Antibacterial, Anti-Tumorigenic and DNA Protection Ability of Root Extracts of *Saussurea Lappa*. *Journal of Bioresource Management*, 4(4), 1.

- Muhtadi, M., Suhendi, A., & Sutrisna, E. M. (2019). The potential antidiabetic and anti-inflammatory activity of *Zingiber zerumbet* ethanolic extracts and *Channa striata* powder on albino Wistar mice. *Drug Invention Today*, 12(1).
- Rana, V. S., Ahluwalia, V., Shakil, N. A., & Prasad, L. (2017). Essential oil composition, antifungal, and seedling growth inhibitory effects of zerumbone from *Zingiber zerumbet* Smith. *Journal of essential oil research*, 29(4), 320-329.
- Sadik, I., Abd Allah, A., Abdulhameed, M., Abdelkader, M., Sayed, N., Nour, A., & Tom, A. A. (2017). Antioxidant activity and in-vitro potential inhibition of *Nigella sativa* and *Saussurea lappa* against LDL oxidation among sundance. *E3 Journal of Medical Research*, 6(3), 022-026.
- Somchit, M. N., Mak, J. H., Bustamam, A. A., Zuraini, A., Arifah, A. K., Adam, Y., & Zakaria, Z. A. (2012). Zerumbone isolated from *Zingiber zerumbet* inhibits inflammation and pain in rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(2), 177-180.
- Sreevani, N., Hafeeza, K., Sulochanamma, G., Pura Naik, J., & Madhava Naidu, M. (2013). Studies on antioxidant activity of *Zingiber zerumbet* spent and its constituents through in vitro models. *Wudpecker Journal of Food Technology*, 1(3), 48-55.
- Wahab, A., Khera, R. A., Rehman, R., Mushtaq, A., Azeem, M. W., & Rezgui, M. (2017). Kuth (*Saussurea lappa* L.) : A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacological potentials.
- Wei, H., Yan, L. H., Feng, W. H., Ma, G. X., Peng, Y., Wang, Z. M., & Xiao, P. G. (2014). Research progress on active ingredients and pharmacologic properties of *Saussurea lappa*. *studies*, 43, 48.
- Yoshikawa, M., Hatakeyama, S., Inoue, Y., & yamahara, J. (1993). Saussureamines A, B, C, D, and E, new anti-ulcer principles from Chinese *Saussureae Radix*. *Chemical and pharmaceutical Bulletin*, 41(1), 214-216.

Fourier transform infrared spectroscopy investigation of batch pasteurized milk molecules

Musiliu Olushola Sunmonu ^{1*} and Aliu Olamide Oyedun ²

Received: 11 November 2020
Revised: 15 December 2020
Accepted: 21 December 2020

Abstract

The study investigated the effects of stirring on the milk molecular arrangements in a batch pasteurized milk. Three variables were considered with 3x3x2 factorial levels. The stirrer shapes considered were anchor, vane and helical; the orientation was single and twice the stirrer shapes while the varied speeds were 30 rpm, 36 rpm and 42 rpm. Standard batch pasteurizing temperature of 63 degree Celsius for 30 minutes was considered. The experimental outcome at 95% significance showed that these treatments did not create new bonds, however, statistically significant changes were observed in few selected bond frequencies for NH, OH and CN. The experiment showed different organic molecules at different frequencies and wavelengths. The raw sample which was used as the first control, gave similar outcome as the second control which was raw milk pasteurized without stirring. The following frequencies were obtained for the raw sample with the other samples showing slight deviations in values after the decimal place; amine group $\text{N}-\text{H}$ which stretch at frequency (3449.20 cm^{-1}), methylene group, $\text{C}-\text{H}$ (2920.45 cm^{-1}), methyl, $\text{C}-\text{H}$ stretch (2853.96 cm^{-1}), terminal alkyne group, $\text{C}\equiv\text{C}$, (2103.57 cm^{-1}), secondary amine bend (1644.47 cm^{-1}) and aromatic ring, $\text{C}=\text{C}$ (1460.83 cm^{-1}). However, methyl, $\text{C}-\text{H}$ bend of frequency 1365.85 cm^{-1} , is in the wave frequency as aromatic tertiary amine and primary amine, indicating their presence. Also, $\text{O}-\text{H}$ group was observed at frequency 1248.70 cm^{-1} with secondary amine, CN stretch at frequency 1156.88 cm^{-1} .

Keywords: Bond, Molecular, Orientation, Shape, Speed

Introduction

Milk is an emulsion, containing fat globules that dispersed into liquid phase at temperature above 45°C and starts crystalizing at temperature below this temperature. However, milk casein micelle is stable when exposed to heat for a longer period of time without coagulating (Hui et al., 2007). The stability of these nutritional and or molecular components to heat treatments, are of major concern. Too much heat treatment and improper handling as well as under treatment can either cause damage to these components or microbial or enzyme activities.

Food rheology deals with the deformation and flow of food materials due to the action of external forces. Fluid foods are heterogeneous materials, containing many molecules (Krokida et al., 2001). The modification of raw milk contents as seen in fermented milk according to Espirito-Santo et al., (2012) can influence its texture, rheology and sensory properties. When food is worked on, the molecular contents are rearranged to take new form in appearance or taste. This could be understood by an example of the shearing process, which according to Teggartz and Morris (1990), influences the rheology and microstructure of ropy yoghurt, a product of raw milk. This subsequently influences the yoghurt casein content which

¹Department of Food Engineering, University of Ilorin

²Agricultural and Biosystems Engineering, University of Ilorin Nigeria

*Corresponding Author: oyedunaliu@gmail.com

influences the viscosity. However, Fellows (2000) stated that the action of a mixer does not have a direct effect on the nutritional makeup or the shelf span of a food but may indirectly affect the components by allowing thorough mixing as seen in food like bread, dough and pastries. In addition, for product like milk, rancid flavour may develop due to too much agitation of raw milk (Deeth and Fitz-Gerald, 2006).

In order understand the behavior of batch pasteurized milks' molecules to the treatment combinations of this study under consideration, which involved mixing and heat treatments, Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy, was employed. In other words, this experiment aimed at investigating milk bond behavior to mechanical (stirring) and heat treating (pasteurization). The FTIR is a nondestructive method for milk analysis that works by expressing vibrational modes of covalent bonds in molecules and it allows a quick analysis of several different components of using absorbs IR radiation (Etzion et al., 2004).

Material and methods

1. Experimental procedure

About 50 L of raw milk samples was bought from the local Fulani herders in Ilorin, and transported in ice block coolers to the Food Engineering, pilot plant of the University of the Ilorin, Nigeria, where the experiment took place. Two liters of milk was fed into the pasteurizer (Figure 1) and held for 30 minutes at 63 degree Celsius after the milk was screened using fine net to remove dirt. Total of 18 samples were pasteurized while varying the treatment combinations of speed, stirrer shapes and stirrer orientation, however, one sample was pasteurized without stirring which is used as a control in conjunction with the raw sample that had no treatment. A 3x3x2 factorial experiment in a Completely Randomized Design (CRD) was used in this research work. Few frequencies from the FTIR chat were subjected to statistical analysis using Statistical Package for Social Science (SPSS) 20.0 at 95% confidence.

Fourier transform infrared (FTIR) tests

The FTIR test was carried out in the Chemistry Laboratory of the University of Ilorin, Kwara State. The pasteurized milk samples were ran through the thermo scientific NICOLE iS5 FTIR spectrometer (Figure 2). The spectrometer has a spectra range of 7800 to 350 cm^{-1} , sensitivity of 2200 - 2100 cm^{-1} , power source of 100 to 120 VAC , $50/60\text{ Hz}$ and a spectra resolution greater than 0.8 cm^{-1} .



Figure 1: Setup of the batch pasteurizer



Figure 2: Thermo Scientific Nicolet iS5 FTIR Spectrometer

Results and discussion

The milk sample pasteurized without stirring in Figure 3 which is the second control, the following were obtained; amine group N-H which stretch from aromatic amine to heterocyclic amine at frequency (3474.41 cm^{-1}) when compared to the raw sample. The methylene group, C-H (2964.64 cm^{-1}) and Methyl C-H stretch (2923.48 cm^{-1}) remained in the same frequency range as the raw sample but with new frequencies. However, the terminal alkyne group, C $\equiv$ C, (2074.93 cm^{-1}) showed characteristics aromatic combination band. Secondary amine, NH bend (1641.16 cm^{-1}), aromatic ring stretch, C=C-C (1460.69 cm^{-1}), methyl, C-H (1375.20 cm^{-1}) and O-H (1245.38 cm^{-1}) remained in their frequency range with secondary amine, CN stretch changing at frequency 1245.38 cm^{-1} changing from secondary aromatic amine to primary aromatic amine. Also, primary amine CN stretch was observed to remain in range at 1071.24 cm^{-1} while changing to secondary amine at 1163.06 cm^{-1} indicating that the amine group is increased or strongly influenced by the interactions between the variable parameters, with vinyl C-H out-of-plane bend being replaced by primary amine at frequency (1039.58 cm^{-1}). These new frequencies indicate an increase or decrease in organic behaviour of the milk samples. In a study by Borgo et al., (2015) using pasteurized human milk; similar trends in change in frequencies were observed for various molecules in the pasteurized milk samples. However, from the study there were no variations in speed was reported rather only the effect of pasteurization on the donated human milk were reported to have caused these shifts in frequencies or bonds. Also, the amount of water in milk may affect its sensory properties, for milk product with high water content is more likely to coalesce than that with low water content (Rønholt et al., 2014) and while the milk fat is subjected to high temperature other than the room temperature, some fractions of the low melting fatty acids is likely to melt and escape from the molecular crystals (Rønholt et al., 2013). This may also explain while the milk molecules and the fatty acid groups responded to mechanical and heat treatment during batch pasteurization.

Vélez et al., (2010), in a similar study reported that pasteurization and agitation significantly affect the molecular properties of pasteurized milk. However, the extent of agitation as not reported. For the single anchor stirrer at 30 rpm in Figure 4, amine group N-H which stretch at frequency (3442.74 cm^{-1}), methylene group, C-H (2917.15 cm^{-1}), methyl C-H stretch (2853.83 cm^{-1}) and remained in their frequency range with slightly different frequencies as observed in the two control samples. However, terminal alkyne group, C $\equiv$ C, (2090.77 cm^{-1}) showed characteristics aromatic combination band. However, secondary amine bend (1637.99 cm^{-1}), aromatic ring, C=C-C (1470.18 cm^{-1}), methyl, C-H (1372.03 cm^{-1}), O-H (1235.88 cm^{-1}), secondary amine, CN stretch (1172.56 cm^{-1}), primary amine CN stretch at 1096.57 cm^{-1} and 1017.41 cm^{-1}

with vinyl C–H out-of-plane bend (966.76 cm⁻¹) remained in frequency range with different frequency with different frequency band compared to two controls.

For the single anchor stirrer at 36 rpm in Figure 5, amine group $\text{N}-\text{H}$ which stretch at frequency (3471.21 cm⁻¹), methylene group, C–H (2923.48 cm⁻¹), methyl C–H stretch (2856.99 cm⁻¹), terminal alkyne group, C≡C, (2087.60 cm⁻¹), secondary amine bend (164.16 cm⁻¹), aromatic ring, C=C–C (1467.02 cm⁻¹), methyl, C–H (1375.20 cm⁻¹), O–H (1245.38 cm⁻¹), secondary amine, CN stretch (1159.89 cm⁻¹), primary amine CN stretch at 1071.24 cm⁻¹ and 1033.25 cm⁻¹ with vinyl C–H out-of-plane bend (988.92 cm⁻¹) remained in frequency range with different frequency band compared to the two controls. This increase or decrease in the frequency of stretch indicate an increase or decrease in the molecular contents such as protein value, phenol value or amino groups etc. Kaylegian et al. (2009) and Khan et al. (2018) reported similar molecular behaviour for pasteurized milk on fatty acid chain length and trans fatty acid.

Li-Chan (2007) reported the spectrum behaviour in pasteurized milk using Raman Spectroscopy which makes use of high photon energy light similar to Fourier transform spectroscopy, observed changes in the frequency bands of heated milk for 80 degree Celsius for 60 minutes, for phenol, C–H groups and polypeptide chain whose bands moved from 935 cm⁻¹ to 944 cm⁻¹ at pH 7.0 which is similar to this study. This is also similar to Larsson (1996) who reported similar changes in milk fat. Major changes were also observed in bovine serum albumin and oil, for C–H bending of as well as C=C, and COOR stretching modes of the oil (Meng et al., 2006). The oil and water interface in milk reduces when heat is applied, thereby increasing cohesive interfacial film around oil droplets. For this reason, milk proteins are useful as emulsifiers in foods (Holt and Rogniski, 2001). In addition, stretching or compression of these bonds makes it easy to adjust milk molecular profile.

However, similar trends can be seen in all the other samples in this study, as they all remain in their frequency range with differences in their frequency bands. Wen et al. (2012) stated that any treatment or technique that disturbs the balance among milk components will impact directly, the rheological properties of milk product such as yoghurt, like the increase in protein content leads to an increase in thixotropy of the yoghurt and the increase or decrease of milk fat will increase or decrease the viscoelastic properties of yoghurt. Furthermore, this study shows that, a new substance or molecular bond has not been created, rather adjustments in the frequencies values either to stretch or compress the carbon to hydrogen bond (C–H), nitrogen to hydrogen bond $\text{N}-\text{H}$ and oxygen to hydrogen bond (O–H) etc., due to the study treatment. This shows that each experimental treatment has an individual effect on the milk samples as could be observed in Table 1 and 2, with few exceptions. This can be thought of as the rearrangement of bonds rather the creation of new bonds.

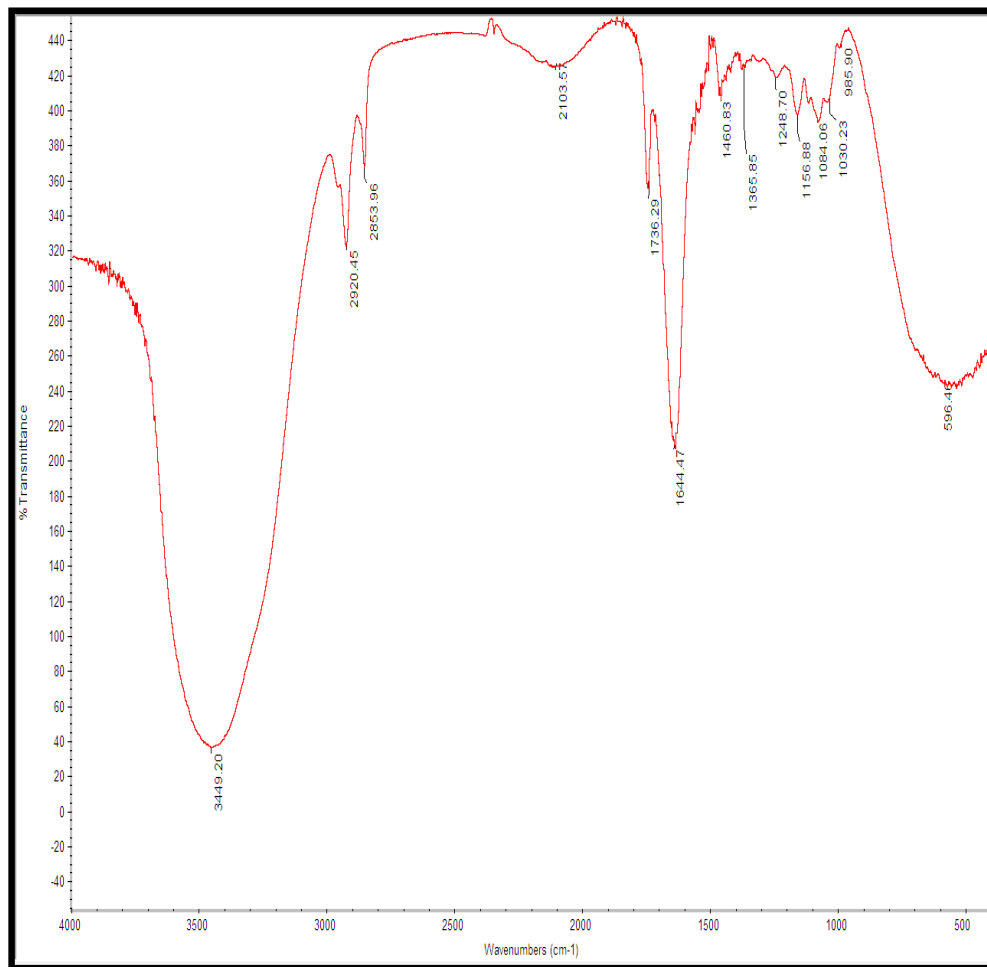


Figure 3: Fourier transform infrared spectroscopy chart of the raw milk sample

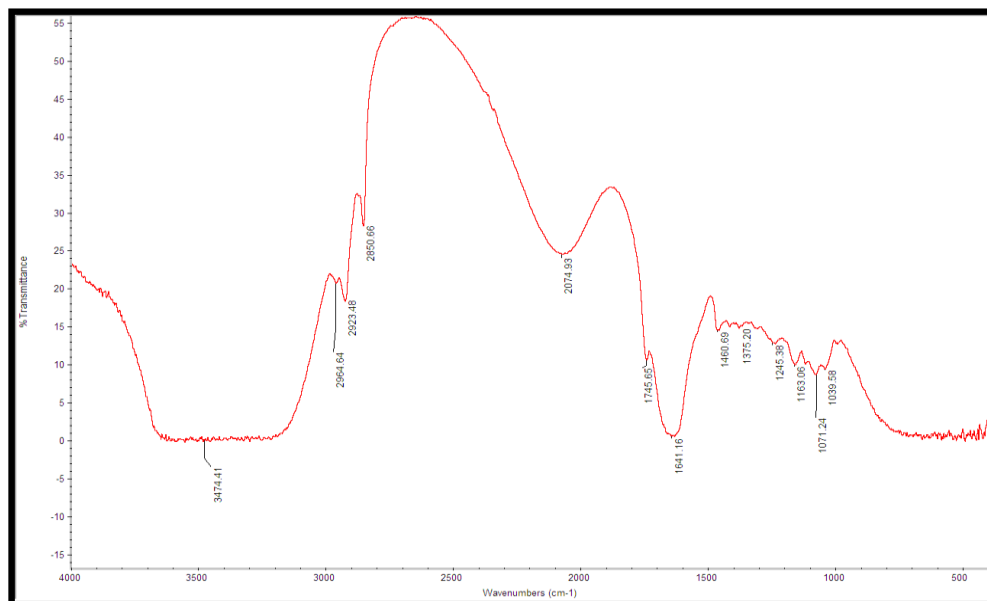


Figure 4: Fourier transform infrared spectroscopy chart of the milk pasteurized without stirring

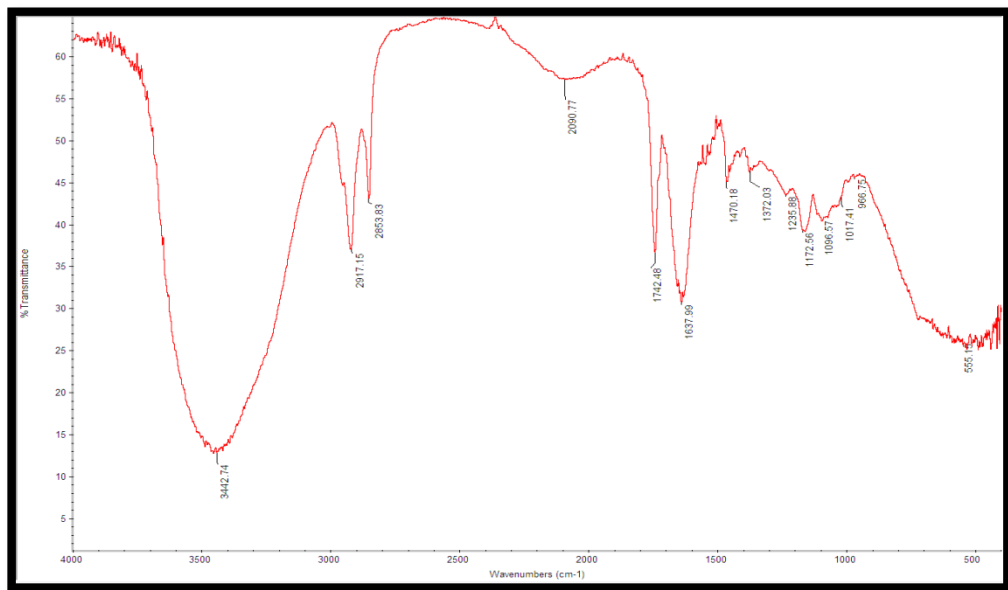


Figure 5: Fourier transform infrared spectroscopy chart of the interactions between single anchor stirrer at 30 rpm

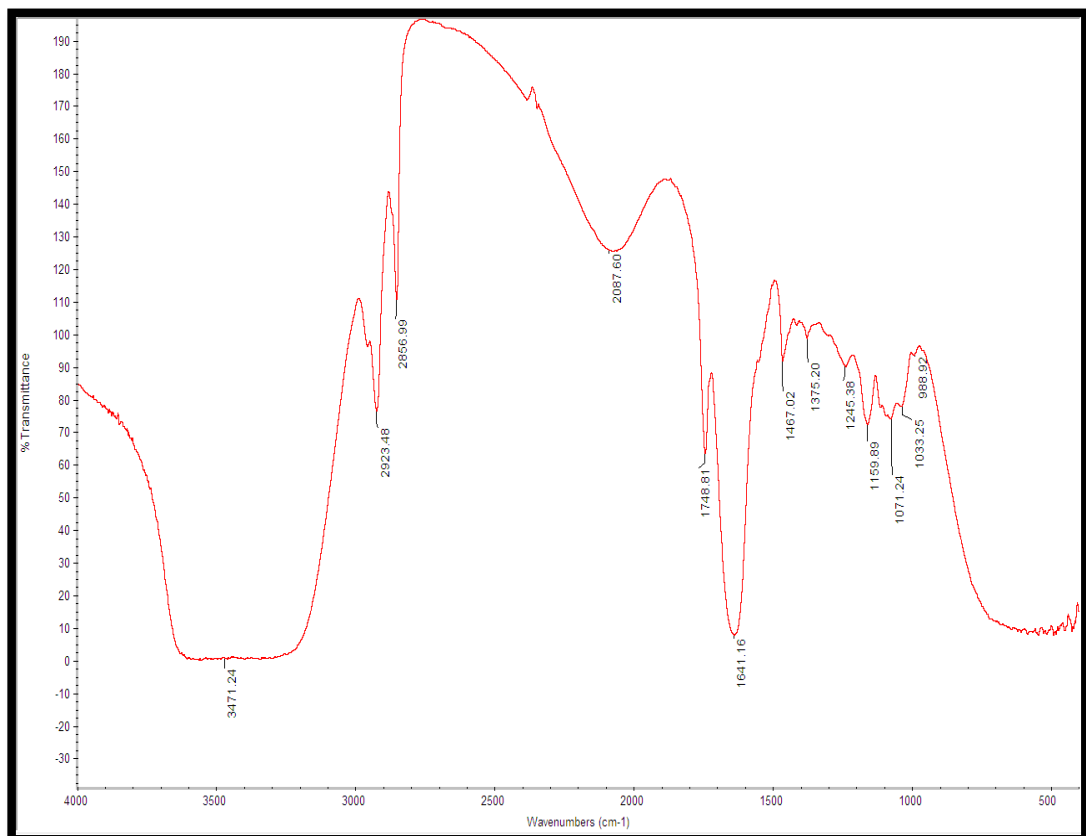


Figure 6: Fourier transform infrared spectroscopy chart of the interactions between single anchor stirrer at 36 rpm

Table 1: Summary of the analysis of variance of the N-H, O-H and CN stretch bond frequencies

Source	Dependent Variable	df	F	Sig.
M-A	N-H	2	1.548E4	0.000*
	O-H	2	7.400	0.005*
	CN Stretch	2	3.426	0.055
N-B	N-H	1	8.384E4	0.000*
	O-H	1	18.148	0.000*
	CN Stretch	1	20.773	0.000*
S-C	N-H	2	1.331E5	0.000*
	O-H	2	12.680	0.000*
	CN Stretch	2	9.071	0.002*
A * B	N-H	2	3.425E4	0.000*
	O-H	2	3.187	0.065
	CN Stretch	2	17.307	0.000*
A * C	N-H	4	5.637E4	0.000*
	O-H	4	22.014	0.000*
	CN Stretch	4	17.329	0.000*
B * C	N-H	2	1.004E5	0.000*
	O-H	2	21.886	0.000*
	CN Stretch	2	13.089	0.000*
A * B * C	N-H	4	3.643E4	0.000*
	O-H	4	14.769	0.000*
	CN Stretch	4	15.939	0.000*
Error	N-H	18		
	O-H	18		
	CN Stretch	18		
Total	N-H	36		
	O-H	36		
	CN Stretch	36		

Keys: Stirrer shapes (A), Stirrer orientation (B), Speed (C)

Table 2: New Duncan multiple range test for some molecular bond frequencies

	Factors	N-H	O-H	CN stretch
Stirrer shapes (A)	Anchor stirrer	3.4564a	1.2403a	1.1620ab
	Helical stirrer	3.4554b	1.2389a	1.1630a
	Vane impeller	3.4485c	1.2425b	1.1607b
Stirrer orientation(B)	Single stirrer	3.4476a	1.2390a	1.1636a
	Double stirrers	3.4592b	1.2422b	1.1603b
Speed (C)	30 rpm	3.4420a	1.2382a	1.1610a
	36 rpm	3.4511b	1.2406b	1.1607a
	42 rpm	3.4670c	1.2429c	1.1641b

Conclusion

In conclusion, it could be inferred from study that heat treatment in combination with medium to slight agitation and whatever the shape or orientation of the stirrer in a batch pasteurizer may be, will likely not damage the molecular arrangement or cause an untold reaction in batch pasteurized milk sample.

References

- Borgo, L.A., Araújo, W.M.C., Conceição, M.H., Resck, I.S. & Mendonça, M.A. (2015). Are fat acids of human milk impacted by pasteurization and freezing?. *journal Nutricao Hospitalaria* Vol. 31(3):1386-1393.
- Deeth, H.C. & Fitz-Gerald, C.H. (2006). Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity. In: *Advanced Dairy Chemistry – 2 Lipids*, 3rd Edition (eds P.F. Fox and P. McSweeney), pp. 481-556, Springer, New York.
- Espirito-Santo, A.P., Perego, P., Converti, A. & Oliveira, M.N. (2012). Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yogurts. *LWT-Food Science and Technology*, Vol. 47(2):393–399.
- Etzion, Y., Linker, R., Cogan, U. & Schmulevich. (2004). Determination of Protein Concentration in Raw Milk by Mid-Infrared Fourier Transform Infrared/Attenuated Total Reflectance Spectroscopy. *Journal of Dairy Science*, Vol. 87, pp.2779-2788.
- Fellows, P. (2000). *Food Processing Technology Principles and Practice* Second Edition. Woodhead Publishing Limited Abington Hall, Abington Cambridge, England, pp.1-591.
- Holt, C. & Rogniski, H. (2001). Milk proteins: Biological and food aspects of structure and function. In: Sikorski, Z. E. (Ed.), *Chemical and Functional Properties of Food Proteins*. Technomic Publishing Company, Incorporated, Lancaster, PA, pp. 271–334.
- Hui, Y.H., Ramesh, C.C., Stephanie, C., Nanna, A.C., Joannie, C.D., Jeffrey, W.H., Leo, M.L.N., Eyal, S., Nirmal, S., Erika, B.S., Somjit, S., Fidel, T. & Alan, T. (2007). *Handbook of food products manufacturing*. Wiley-Interscience, Publication, Hoboken, N. J. pp.1-2237.
- Kaylegian, K.E., Lynch, J.M., Fleming, J.R. & Barbano, D.M. (2009). Influence of fatty acid chain length and unsaturation on mid-infrared milk analysis. *American Journal of Dairy Science*, 92:2485–2501.
- Khan, M.U., Hassan, M.F. & Rauf, A. (2018). Effect of temperature on milk fats of cow, buffalo, and goat used for frying local food products. *Journal of Food Quality and Safety*, Vol. 2(1):51–57.

- Krokida, M.K., Maroulis, Z.B. & Saravacos, G.D. (2001). Rheological Properties of Fluid Fruit and Vegetable Puree Products: Compilation of Literature Data. *International Journal of Food Properties*, Vol.4(2):179-200.
- Larsson, K. (1996). Raman spectroscopy for studies of interface structure in aqueous dispersions. In: Paoletti R., Jacini G., Porcellati R. (Eds.). *Lipids. Technology*, Raven Press, New York, pp. 355–360.
- Li-Chan, E.C.Y. (2007). Vibrational spectroscopy applied to the study of milk proteins. *Le Lait, INRA EDP science Journal*, Vol. 87 (4-5):443-458.
- Meng, G., Howell, N.K. & Li-Chan, E.C.Y. (2006). Investigation of protein-lipid interactions by vibrational spectroscopy. In: Mossoba, M.M., Kramer, J.K.G., Brenna, J.T. & McDonald, R.E. (Eds.), *Lipid Analysis and Lipidomics. New Techniques and Applications*, AOCS Press, Champaign, IL, pp. 355–376.
- Rønholt, S., Kirkensgaard, J.J.K., Mortensen, K. & Knudsen, J.C. (2014). Effect of cream cooling rate and Water content on butter microstructure during four weeks of storage. *Food Hydrocolloid*, Vol. 34, pp.169-176.
- Rønholt, S., Mortensen, K. & Knudsen, J. C. (2013). The Effective Factors on the Structure of Butter and Other Milk Fat-Based Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 12(5):468–482.
- Teggartz, J.A. & Morris, H.A. (1990). Changes in the Rheology and Microstructure of Ropy Yogurt During Shearing. *Food Structure*, Vol. 9 (2):133 – 138.
- Vélez, M.A., Perotti, M.C., Wolf, I.V. Hynes, E.R. & Zalazar, C.A. (2010). Influence of milk pretreatment on production of free fatty acids and volatile compounds in hard cheeses: Heat treatment and mechanical agitation. *American Journal of Dairy Science*, Vol.93, pp. 4545-4554.
- Wen, Y. Liu, N. & Zhao, X. (2012). Chemical Composition and Rheological Properties of Set Yoghurt Prepared from Skimmed Milk Treated with Horseradish Peroxidase. *Journal of Food Technology and Biotechnology*, Vol 50, pp.473–478.

เปรียบเทียบผลของการฝึกการออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนพื้นราบกับบนพื้นทรายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย

Comparison of the training exercise by running on a flat surface with the sand that affects physical performance

สุรัมภา เจริญสุข แก้ววงษ์^{1*} และ ธนพล แก้ววงษ์²
Surampa Jaroensuk Kaewwong^{1*} and Tanapol Kaewwong²

Received: 17 พ.ค. 2563
Revised: 1 ก.ย. 2563
Accepted: 2 พ.ย. 2563

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนพื้นราบกับวิ่งบนพื้นทรายของนักกีฬากีฬาชายมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด กลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 คน จากการสุ่มแบบเจาะจง ทำการฝึกโปรแกรมด้วยการวิ่งบนพื้นราบกับวิ่งบนพื้นทราย 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 1 ชั่วโมง ทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายก่อนและหลังการฝึก นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติ Paired Simple t – test กำหนดค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลของค่าเฉลี่ยของกลุ่มฝึกวิ่งบนพื้นราบก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันก่อนฝึกเท่ากับ 9.33 และหลังฝึกเท่ากับ 8.00 ความจุปอดก่อนฝึกเท่ากับ 4300.00 และหลังฝึกเท่ากับ 4400.00 แรงเหยียดขา ก่อนฝึกเท่ากับ 195.66 และหลังฝึกเท่ากับ 207.33 เมื่อเปรียบเทียบผลของสมรรถภาพทางกาย พบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ความจุปอด แรงเหยียดขา และความเร็วในการวิ่ง 50 เมตร ก่อนและหลังการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลของค่าเฉลี่ยของกลุ่มฝึกวิ่งบนพื้นทรายก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันก่อนฝึกเท่ากับ 13.66 และหลังฝึกเท่ากับ 11.33 ความจุปอดก่อนฝึกเท่ากับ 4900.00 และหลังฝึกเท่ากับ 5266.66 แรงเหยียดขา ก่อนฝึกเท่ากับ 211.33 และหลังฝึกเท่ากับ 216.66 เมื่อเปรียบเทียบผลของสมรรถภาพทางกาย พบว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายก่อนและหลังการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ความจุปอด แรงเหยียดขา และความเร็วในการวิ่ง 50 เมตร ก่อนและหลังการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : การวิ่งบนพื้นราบ, การวิ่งบนพื้นทราย, สมรรถภาพทางกาย

Abstract

The study aims to compare the effects of exercise by running on a flat surface with runners on the sand floor of male athletics athletes at Roi Et Rajabhat University. 6 samples from purposive sampling. Practice the program by running on a flat surface and running on the sand for 8 weeks, 3 days a week, 1 hour per day. Conduct physical fitness tests before and after training. Analyze the mean, standard deviation and compare the mean with the Paired Simple t - test set a statistical significance at 0.05. The results of the average of training groups running on a flat surface before and after 8 weeks of training found that before training body fat was 9.33 and after training was 8.00, before training vital capacity was 4300.00 and after training was 4400.00, before training leg strength was 195.66 and after training was 207.33. When comparing physical fitness before and after running on flat ground, it was found that the body fat percentages, vital capacity, leg strength, and running speed of 50 meters before and after the

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

¹Lecturer, Program of sports Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi Et Rajabhat University

²Associate Professor, Program of sports Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi Et Rajabhat University

*Corresponding author: E-mail: katen_17@hotmail.co.th

Training were not statistically significantly at the level of 0.05. The results of the average training group running on the sand before and after 8 weeks of training found that before training body fat was 13.66 and after training was 11.33, before training vital capacity was 4900.00 and after training was 5266.66, before training leg strength was 211.33 and after training was 216.66. When comparing physical fitness before and after running the sand, it was found that the body fat percentages was statistically significantly at the level of 0.05 but the vital capacity, leg strength, and running speed of 50 meters before and after the training were not statistically significantly at the level of 0.05.

Keywords: Running on a Flat Surface, Running on the Sand, Physical Fitness

บทนำ

การวิ่งยังเป็นการออกกำลังกายที่ช่วยเผาผลาญแคลอรีได้ดีมากกว่าการออกกำลังกายประเภทอื่น หากวิ่งอย่างสม่ำเสมอเพื่อเผาผลาญแคลอรีและบริโภคอาหารให้น้อยกว่าแคลอรีที่ได้เผาผลาญไป ก็จะมีส่วนช่วยลดน้ำหนักได้เป็นอย่างดี ทั้งยังช่วยเพิ่มไขมันชนิดดี (HDL Cholesterol) และที่สำคัญการวิ่งเป็นประจำยังช่วยลดความเสี่ยงเกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวานชนิดที่ 2 และโรคหลอดเลือดสมอง รวมไปถึงช่วยส่งเสริมด้านอารมณ์และควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

เจริญ กระบวนรัตน์ (2548) กล่าวว่าลักษณะของการแกว่งแขนในการวิ่ง เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการวิ่งช่วยให้เกิดความสมดุล และการทรงตัวที่ดีช่วยเสริมแรงส่งตัว และความเร็วในการวิ่งให้เกิดความสัมพันธกลมกลืน ต่อเนื่องกันในขณะที่วิ่ง นอกจากนี้ยังมีส่วนช่วยลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อหัวไหล่และลำตัวบางส่วนได้อีกด้วย สำหรับมุมการเคลื่อนไหวของหัวไหล่และลักษณะการแกว่งแขนนั้นขึ้นอยู่กับความเร็วในการวิ่ง ยิ่งนักวิ่งเร่งความเร็วในการวิ่งเพิ่มมากขึ้น มุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อหัวไหล่และแขนยิ่งเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น ส่งผลให้เกิดแรงในการแกว่งแขนส่งตัวเพื่อการวิ่งมากยิ่งขึ้นลักษณะดังกล่าวนี้หากนักวิ่งมีทักษะพื้นฐานในการแกว่งแขนอย่างถูกต้องจะช่วยให้เกิดความได้เปรียบและช่วยประหยัดแรงในการวิ่งที่สำคัญยิ่งไปกว่านั้นยังมีส่วนช่วยในการรักษาและประคองความเร็วสูงสุดในช่วงสุดท้ายของการเร่งความเร็วไว้ได้โดยไม่เกิดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ ลำตัว และหัวไหล่

สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการดำรงชีวิตในปัจจุบัน เมื่อคนเรามีความสมบูรณ์ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจแล้ว การดำเนินชีวิตก็จะมีความสุขและมีประสิทธิภาพ นั่นก็คือ การมีสมรรถภาพทางกายที่ดี และการมีสมรรถภาพทางกายที่ดีจะทำให้มีสุขภาพดี ร่างกายมีการเจริญเติบโตแข็งแรงประสิทธิภาพของการทำงานของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจประสานสัมพันธ์กันดี และลดอัตราเสี่ยงเป็นโรคต่างๆ อีกทั้งยังทำให้ร่างกายได้สัดส่วน มีทักษะทางกีฬาที่ดี ทำให้เกิดความสุขสนุกสนานกับการเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายและกีฬา สอดคล้องกับวรวิมล สวัสดิชัย (2551) ได้ให้ความหมายของคำว่าสมรรถภาพทางกายไว้ว่า ความสามารถของบุคคลที่จะประกอบกิจกรรมใด ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นระยะเวลาติดต่อกันนาน ๆ โดยไม่แสดงอาการเหน็ดเหนื่อยให้ปรากฏและสามารถฟื้นตัวกลับเข้าสู่สภาวะปกติได้ในเวลาอันรวดเร็ว

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกายด้วยการวิ่ง และมีประเด็นที่เป็นปัจจัยที่สอดคล้องกับการวิ่งคือสมรรถภาพทางกาย ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พื้นทรายจะช่วยดูดซับแรงขณะที่เท้าสัมผัสพื้น ทำให้ข้อต่อไม่ต้องรับแรงกระแทกมาก แต่ขณะเดียวกันกล้ามเนื้อขาของเราก็ต้องออกแรงมากขึ้น ส่วนการวิ่งพื้นเรียบปกติแรงกระแทกขณะที่เท้าสัมผัสพื้นจะส่งผลกระทบต่อข้อเท้า และข้อเข่าได้มาก ซึ่งด้วยวิธีการออกกำลังกายด้วยการวิ่งใน 2 ลักษณะดังกล่าวแบบใดจะสามารถส่งเสริมสมรรถภาพทางกายโดยรวมได้ดีที่สุด ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเสริมสุขภาพแบบองค์รวมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสมรรถภาพทางกายของการฝึกการออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนพื้นราบกับการวิ่งบนพื้นทรายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกการออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนพื้นราบกับการวิ่งบนพื้นทรายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาโครงการครั้งนี้ เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกการออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนพื้นราบกับการวิ่งบนทรายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกายโดยผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากร

กลุ่มประชากรได้แก่ นักกีฬากีฬาชายและหญิง มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด จำนวน 10 คน (สำรวจข้อมูลทะเบียนนักกีฬา เมื่อ 24 กันยายน 2562)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักกีฬากีฬา มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด หาได้โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกนักกีฬากีฬาชาย จำนวน 7 คน และใช้วิธีการจับฉลาก (Lottery) ให้เหลือกลุ่มตัวอย่าง 6 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยด้วยโปรแกรมการฝึกการวิ่งบนพื้นราบกับการวิ่งบนทรายที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งได้ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ใช้โปรแกรมการฝึกการวิ่งบนพื้นราบกับการวิ่งบนทรายของ ประจักษ์ อินทรโต (2550)
3. นำโปรแกรมการฝึกการวิ่งบนพื้นราบกับการวิ่งบนทรายที่สร้างขึ้นตรวจสอบและแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง
4. นำโปรแกรมการฝึกการวิ่งบนพื้นราบกับการวิ่งบนทรายที่ผ่านการตรวจสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง
5. นำโปรแกรมฝึกการวิ่งบนพื้นราบกับการวิ่งบนทรายที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับ กลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจริงจำนวน 1 คน
6. นำโปรแกรมที่สมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มทดลองจริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ศึกษารายละเอียดเอกสารที่เกี่ยวข้อง วิธีการ อุปกรณ์ และสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ
2. ติดต่อผู้ช่วยในการทดสอบ จำนวน 6 คน พร้อมอธิบายการปฏิบัติ เพื่อให้เข้าใจถึงรายละเอียดต่าง ๆ ของการทดสอบ เก็บข้อมูล และกระบวนการให้ถูกต้องตรงกัน
3. ชี้แจงกลุ่มตัวอย่างเรื่องระเบียบปฏิบัติ ในระหว่างเวลาของการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ก่อนลงมือทำการทดสอบผู้วิจัยและผู้ช่วยชี้แจงจุดประสงค์ของการทดสอบการฝึกการวิ่งบนพื้นราบกับการวิ่งบนทรายโดยสาธิตวิธีการทำการแต่ละรายการให้ผู้เข้ารับการทดสอบเข้าใจ
5. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวันและเวลาที่กำหนดฝึกตามโปรแกรมทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองทั้ง 2 โปรแกรมฝึกการวิ่งบนพื้นราบกับการวิ่งบนทรายจำนวน 3 วันต่อ สัปดาห์ ได้แก่วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ รวมระยะเวลา 8 สัปดาห์ดังนี้

กลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มฝึกโปรแกรมการวิ่งบนพื้นราบกับการวิ่งบนทรายในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เวลา 17.00-18.00 น.

6. ทดสอบสมรรถภาพร่างกายก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8
7. บันทึกและนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS for window คำนวณค่าทางสถิติดังต่อไปนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของสมรรถภาพภายในกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์
2. เปรียบเทียบผลของการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนพื้นราบกับลู่วิ่งบนทรายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ภายในกลุ่ม (Paired sample test)
3. เปรียบเทียบผลของการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนพื้นราบกับลู่วิ่งบนทรายที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกาย ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม (t-test Independent)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์การทดสอบสมรรถภาพทางกายของนักกรีฑาชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ สามารถอธิบายผลการศึกษาดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ จำแนกตามเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat) ความจุปอด แรงเหยียดขา วิ่ง 50 เมตร ของโปรแกรมการฝึกวิ่งบนพื้นราบ (N = 3)

รายการ	ก่อนฝึก		หลังฝึก	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
(body fat)	9.33	1.52	8.00	1.00
ความจุปอด	4300.00	173.20	4400.00	346.41
แรงเหยียดขา	195.66	70.51	207.33	58.79
วิ่ง 50 เมตร	5.94	.342	5.62	.349

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat) พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ก่อนฝึก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.33 และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.00 การทดสอบความจุปอดพบว่า ความจุปอด ก่อนฝึก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4300.00 และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4400.00 การทดสอบแรงเหยียดขาพบว่า แรงเหยียดขา ก่อนฝึก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 195.66 และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 207.33 และการทดสอบวิ่ง 50 เมตรพบว่า วิ่ง 50 เมตร ก่อนฝึก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.94 และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.62

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ จำแนกตามเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (body fat) ความจุปอด แรงเหยียดขา วิ่ง 50 เมตร ของโปรแกรมการฝึกวิ่งบนทราย (N = 3)

รายการ	ก่อนฝึก		หลังฝึก	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
(body fat)	13.66	2.51	11.33	3.05
ความจุปอด	4900.00	655.74	5266.66	305.50
แรงเหยียดขา	211.33	76.51	216.66	74.19
วิ่ง 50 เมตร	6.04	.270	5.96	.164

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (body fat) พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (body fat) ก่อนฝึก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.66 และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.33 การทดสอบความจุปอดพบว่า ความจุปอด ก่อนฝึก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4900.00 และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5266.66 การทดสอบแรงเหยียดขาพบว่า แรงเหยียดขา ก่อนฝึก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 211.33 และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 216.66 และการทดสอบวิ่ง 50 เมตรพบว่า วิ่ง 50 เมตร ก่อนฝึก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.04 และหลังการฝึก 8 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.96

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบระดับสมรรถภาพทางกาย ก่อนและหลังการฝึก ของโปรแกรมการฝึกวิ่งบนพื้นราบ

รายการสมรรถภาพทางกาย	N	การเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกาย		T	Sig.
		($\bar{X}$)	S.D.		
Body Fat ก่อนฝึก	3	9.33	1.52	4.00	.057
Body Fat หลังฝึก		8.00	1.00		
ความจุปอดก่อนฝึก	3	4300.00	173.20	-1.00	.423
ความจุปอดหลังฝึก		4400.00	346.41		
แรงเหวี่ยงขาาก่อนฝึก	3	195.66	70.51	-4.61	.690
แรงเหวี่ยงขาหลังฝึก		207.33	58.59		
วิ่ง 50 เมตรก่อนฝึก	3	5.94	.342	1.63	.243
วิ่ง 50 เมตรหลังฝึก		5.62	.349		

* $P \leq .05$

จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า

การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat) ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

- การเปรียบเทียบความจุปอดของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการฝึก พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

เปรียบเทียบแรงเหวี่ยงขาของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการฝึก พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

การเปรียบเทียบ วิ่ง 50 เมตร ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการฝึก พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบระดับสมรรถภาพทางกาย ก่อนและหลังการฝึก ของโปรแกรมการฝึกวิ่งบนพื้นทราย

รายการสมรรถภาพทางกาย	N	การเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกาย		T	Sig.
		$\bar{X}$	S.D.		
Body Fat ก่อนฝึก	3	13.66	2.51	7.00	.020*
Body Fat หลังฝึก		11.33	3.05		
ความจุปอดก่อนฝึก	3	4900.00	655.74	-1.67	.235
ความจุปอดหลังฝึก		5266.66	305.50		
แรงเหวี่ยงขาาก่อนฝึก	3	211.33	76.51	-7.74	.520
แรงเหวี่ยงขาหลังฝึก		216.66	74.19		
วิ่ง 50 เมตรก่อนฝึก	3	6.04	.270	.675	.569
วิ่ง 50 เมตรหลังฝึก		5.94	.164		

* $P \leq .05$

จากตารางที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า

- การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat) ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึกพบว่ามีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

- การเปรียบเทียบความจุปอดของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการฝึกพบว่ามีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

- การเปรียบเทียบแรงเหยียดขาของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการฝึกพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05
- การเปรียบเทียบ วิ่ง 0 เมตร ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการฝึกพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

จากผลการเปรียบเทียบผลของระดับสมรรถภาพทางกาย ก่อนและหลังการฝึก ของโปรแกรมการฝึกวิ่งบนพื้นราบ ซึ่งพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat) ความจุปอด พลังกล้ามเนื้อ และความเร็วในการวิ่ง 50 เมตร ของโปรแกรมการฝึกวิ่งบนพื้นราบ พบว่าไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ส่วนผลการเปรียบเทียบผลของระดับสมรรถภาพทางกาย ก่อนและหลังการฝึก ของโปรแกรมการฝึกวิ่งบนพื้นราบ ซึ่งพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat) ความจุปอด พลังกล้ามเนื้อ และความเร็วในการวิ่ง 50 เมตร ของโปรแกรมการฝึกวิ่งบนพื้นราบ พบว่า ในประเด็นเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Body fat) มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 และประเด็นเปรียบเทียบผลของความจุปอด พลังกล้ามเนื้อ ความเร็วในการวิ่ง 50 เมตร ของโปรแกรมการฝึกวิ่งบนพื้นราบ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสอดคล้องกับ Zuti and Corbin (1977) ได้ศึกษาสมรรถภาพทางกายของนักศึกษาที่เข้าศึกษาใหม่ในมหาวิทยาลัยแคนซัสสเตท (Kansas State University) เพื่อจัดทำเป็นเกณฑ์ปกติสำหรับนักศึกษาใหม่ของมหาวิทยาลัย ใช้เวลาในการศึกษาข้อมูลสี่ปี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่มีอายุระหว่าง 17.6-19.5 ปี จากนักศึกษาชาย 1,717 และ นักศึกษาหญิง 1,533 คน การทดสอบประกอบด้วยรายการต่าง ๆ ดังนี้

1. การทดสอบแรงบีบมือ ความแข็งแรงของหลัง และความแข็งแรงของขา
2. การทดสอบความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลัง และกล้ามเนื้อด้านหลังของขาท่อนบน
3. การทดสอบปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยใช้จักรยานวัดงานเป็นเครื่องมือในการทดสอบ
4. การหาค่าร้อยละของไขมันโดยใช้วิธีการทดสอบแบบสกินโฟลด์ผลการศึกษาปรากฏว่ามีค่าจากการทดสอบดังนี้

นักศึกษาชายมีแรงบีบมือซ้าย 47.91 กิโลกรัม แรงบีบมือขวา 44.40 กิโลกรัม ความแข็งแรงของหลัง และกล้ามเนื้อด้านหลังของขาท่อนบน 45.1 เซนติเมตร ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด 2.80 ลิตรต่อวินาที ร้อยละของไขมัน 12.35 นักศึกษาหญิงมีแรงบีบมือซ้าย 24.90 กิโลกรัม แรงบีบมือขวา 27.45 กิโลกรัม ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง 84.60 กิโลกรัม ความแข็งแรงของขา 90.01 กิโลกรัม ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลัง และกล้ามเนื้อด้านหลังของขาท่อนบน 45.85 เซนติเมตร ปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุด 2.30 ลิตรต่อวินาที ร้อยละของไขมัน 23.92

เอกสารอ้างอิง

- เจริญ กระบวนรัตน์. (2548). การฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อ. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประจักษ์ อินโต. (2550). เปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายที่เกิดจากการฝึกวิ่งเหยาะๆกับการฝึกวิ่งลดแรงกระแทก. ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร.
- วรวิทย์ สวัสดิชัย. (2551). สมรรถภาพทางกายของนักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตยศชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2550. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Zuti, William B. and Charles, B. Corbin. (1977). "Physical Fitness Norms for College Freshmen," Research Quarterly. 48(7), 488-503.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอ

Product development of cookies supplemented with extracted pomelo peel pectin

รณชัย จันทรัตน์¹ ศรัณย์ สิทธิชัย¹ และ วิจิตรา แดงปรก^{1*}

Ronnachai Juntan¹, Sarun Sitthichai¹ and Wichitra Daengprok^{1*}

Received: 4 ก.ย. 2563

Revised: 10 พ.ย. 2563

Accepted: 20 ธ.ค. 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการเติมเพคตินจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์คุกกี้ 3 ระดับ ได้แก่ร้อยละ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่าความชื้นของคุกกี้เพิ่มขึ้นเมื่อเติมเพคตินมากขึ้น ($p \leq 0.05$) ส่วนร้อยละน้ำหนักที่หายไป, การแผ่กระจาย, และค่าสีมีแนวโน้มที่ลดลง เมื่อเติมเพคตินจากเปลือกส้มโอในปริมาณมากขึ้น ($p \leq 0.05$) ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคุกกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการเติมลงไปในคุกกี้ โดยพบว่ามีความชอบไม่แตกต่างกับคุกกี้ที่ไม่เสริมเพคติน (ตัวอย่างควบคุม) ($p > 0.05$)

คำสำคัญ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์, คุกกี้, เพคตินจากเปลือกส้มโอ

Abstract

This research aimed to study the effects of pomelo peel pectin addition at 3 levels, i.e., 0, 5 and 10% of wheat flour weight on physical and chemical properties. It was found that the moisture content of the cookies increased with the higher level of pectin addition ($p < 0.05$). The percentage of weight loss, spread ratio, and color values tended to decrease with increased pomelo peel pectin ($p \leq 0.05$). The results of the sensory test were found that cookies with 5% pomelo peel pectin added were the most suitable for adding into the cookies with the similar liking scores with the control cookies ($p > 0.05$).

Keyword: product development, cookies, pectin from pomelo peel

บทนำ

ในสถานการณ์โรคระบาดโควิด-19 เป็นโรคระบาดที่อันตรายทำให้ผู้คนนั้นไม่กล้าที่จะออกไปไหนทำให้มีการกักตุนอาหารไว้สำหรับรับประทานโดยคุกกี้ก็เป็นทางเลือกหนึ่งอย่างที่ถูกเลือกที่จะซื้อเก็บไว้รับประทาน เนื่องจากสามารถเก็บไว้ได้นานและมีความสะดวกสบายในการบริโภคแต่คุกกี้ที่ขายตามท้องตลาดจะประกอบด้วยด้วยแป้งและไขมันเป็นส่วนใหญ่ จึงได้มีการแนวความคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยใช้เปลือกส้มโอมาเป็นส่วนผสม เพื่อให้ได้คุกกี้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่มากขึ้นและเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ

ส้มโอนั้นมีเปลือกที่หนาและมีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลไม้ชนิดอื่น เป็นที่นิยมบริโภคกันแพร่หลายโดยเฉพาะเนื้อของส้มโอ ส่วนเปลือกของส้มโอนั้นเป็นสิ่งที่ไม่สามารถบริโภคสดได้ จึงทำให้มีเปลือกเหลือทิ้งจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะนำเปลือกส้มโอมาใช้ประโยชน์ เปลือกส้มโอมีใยอาหารร้อยละ 33.1-36.5 ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบเพคติน นอกจากนั้นยังมีเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสโดยมีอัตราส่วนของใยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำใกล้เคียง 1:2 และยังมีสารที่มีประสิทธิภาพในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น ฟลาโวนอยด์ (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2551)

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Program in Food Science and Technology, Faculty of Engineering and Agro-industry, Mejo University, Chaigmai 50290

*Corresponding author; wichittra@mju.ac.th

เซลลูโลส (cellulose) เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช จัดเป็นใยอาหาร (dietary fiber) ประเภทไม่ละลายน้ำ โครงสร้างประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสต่อกันเป็นสายยาวมากกว่า 2,000 หน่วยใยอาหารประเภทนี้พบมากในส่วนเปลือกสีขาวของพืชตระกูลส้มที่เรียกว่าอัลเบโด (albedo) ซึ่งจัดเป็นแหล่งใยอาหารที่มีคุณภาพดี เหมาะสำหรับนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร อัลเบโดมีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงประมาณร้อยละ 80 ดังนั้นการนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจำเป็นต้องผ่านกระบวนการทำให้แห้งหรืออาจทำเป็นผง เมื่อผ่านกระบวนการทำให้แห้งแล้วพบว่า สารประกอบชีวภาพในอัลเบโดมีปริมาณมากกว่าผลไม้ชนิดอื่น เช่น มะนาวและส้มโชกุน เป็นต้น สารประกอบทางชีวภาพของอัลเบโด ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ ซึ่งช่วยลดความเสี่ยง การเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ และวิตามินซี ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (นราธิป ปุณเกษม, 2559)

งานวิจัยในการสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอ นั้นได้นำมาศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดพบว่าการสกัดเพคตินนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสกัด 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 90 นาทีจะได้เพคตินออกมามากที่สุด และกรดที่เหมาะสมในการสกัดมากที่สุดคือกรดไฮโดรคลอริกเพราะขนาดโมเลกุลของกรดไฮโดรคลอริกมีขนาดเล็กและสามารถปรับให้มีพีเอชที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินประมาณ 3-4 จึงเหมาะสมกับที่จะใช้เป็นตัวทำละลายในการสกัดเพคติน (ชินานาญ และ สัจญ์, 2555)

มีงานวิจัยที่ทดลองนำเพคตินจากเปลือกส้มโอมาใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้ งานวิจัยนี้ที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการหมูแพะด้วยการเพิ่มปริมาณใยอาหารจากเปลือกส้มโอ ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าของเปลือกส้มโอที่เป็นของเหลือทิ้ง พบว่าการเติมเปลือกส้มโอในหมูแพะนั้นจะทำให้โปรตีนลดลงเนื่องจากการทดแทนเนื้อหมูด้วยเปลือกส้มโอ ส่วนปริมาณความชื้น, เส้นใย, เกล็ดและปริมาณไขมันจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเปลือกส้มโอที่เติม โดยการเติมเปลือกส้มโอนั้นทำให้อายุการเก็บรักษานั้นสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ และคณะ, 2557)

งานวิจัยได้ศึกษาผลของการเติมเปลือกส้มโอส่วนขาวลงในหมูแพะ โดยใช้เปลือกส้มโอ 2 ประเภทได้แก่เปลือกส้มโอดิบและเปลือกส้มโอที่ต้มสุก 5 นาทีโดยเติมเปลือกส้มโอในปริมาณร้อยละ 2.5, 5, 7.5 และ 10 และนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่าหมูแพะนั้นมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.20 ถึง 1.88 ตามปริมาณเปลือกส้มโอที่เติมลงไป และด้านกายภาพพบว่า การเติมเปลือกส้มโอทำให้หมูแพะมีสีที่ซีดลงเล็กน้อย การทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าหมูแพะที่เติมเปลือกส้มโอดิบร้อยละ 2.5 และหมูแพะที่เติมเปลือกส้มโอต้มสุกไม่เกินร้อยละ 7.5 มีการยอมรับใกล้เคียงกับชุดควบคุม (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2553)

งานวิจัยในการศึกษาการเติมใยอาหารจากอัลเบโดของส้มโอในคุกกี้เนยสดพบว่า เปลือกส้มโอไม่มีผลต่อความแข็ง แต่ทำให้ความสว่างเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดงและค่าสีเหลืองลดลง ส่วนองค์ประกอบทางเคมีพบว่า การเสริมเปลือกส้มโอนั้นช่วยลดปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตในคุกกี้และยังมีประโยชน์ในการเพิ่มปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์ (นราธิป ปุณเกษม, 2559)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเติมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลีต่อสมบัติทางกายภาพ, สมบัติทางเคมีและสมบัติทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์คุกกี้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอ

นำเปลือกส้มโอพันธุ์ทองดี (*Citrus grandis* Osb.) ส่วนที่เป็นสีขาวมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 1x1 นิ้วและอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (ยี่ห้อ Binder รุ่น FD 115 ประเทศเยอรมนี) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดให้มีความละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร (ฉัตรชัย สังข์ผุด และคณะ, 2554) นำเปลือกส้มโอบด 10 กรัม เติมน้ำกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ในอัตราส่วน 1:12 (w/v) นำไปสกัดในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (ยี่ห้อ Heto lab equipment รุ่น DT1 ประเทศเดนมาร์ก) ที่ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 90 นาที กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น จากนั้นนำสารละลายที่ได้มาทำการตกตะกอนด้วยเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาณ 1 เท่า (v/v) ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง 15 ชั่วโมงและนำมารองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้น จากนั้นนำตะกอนเพคตินมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมงและนำไปป่นละเอียดในโถบดแห้ง (ยี่ห้อ Philips รุ่น HR2115 ประเทศไทย) ใช้ความเร็วเบอร์ 2 จนละเอียด จากนั้นนำมาร่อนด้วยตะแกรงมาตรฐานขนาด 40 เมช (ดัดแปลงวิธีจาก ปฐมพงษ์ เทียงเพชร และคณะ, 2559)



Figure 1: Preparation of grapefruit peel.



Figure 2: White portion of grapefruit peel (Albedo).



Figure 3: Grapefruit peel in 0.05M hydrochloric acid.

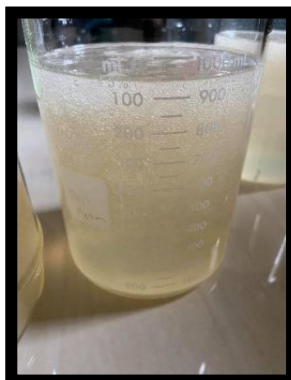


Figure 4: Pectin precipitate in 95% ethanol solution.



Figure 5: The pectin sludge is filtered with two layers of white cloth.



Figure 6: Pectin from dehydrated grapefruit peel

2. วิเคราะห์สมบัติของเพคติน

2.1 ร้อยละของผลผลิต

คำนวณหาร้อยละของผลผลิตของเพคตินที่ได้จากสูตร (อิติมา และคณะ, 2552)

$$\text{ผลผลิต (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักผงเพคติน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักผงเปลือกส้มโอเริ่มต้น (กรัม)}} \times 100$$

2.2 ค่าสี

นำเพคตินที่ได้มาวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี (ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Flex EZ ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ L^* คือค่าความสว่างมีค่าความสว่างมากเมื่อเข้าใกล้ 100 และมีความมืดเมื่อเข้าใกล้ 0 ค่า a^* คือค่าความเป็นสีเขียว เมื่อมีค่าเป็นลบและ มีค่าความเป็นสีแดงเมื่อมีค่าเป็นบวกและค่า b^* คือค่าความเป็นสีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวกและ ค่าความเป็นสีน้ำเงินเมื่อมีค่าเป็นลบ

3. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอ

โดยใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 5, และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยมีวิธีการทำคุกกี้ดังนี้ (อมรรัตน์ ถนอมแก้ว และคณะ, 2551) ร่อนแป้งสาลีเนกประสงค์ (ยี่ห้อ Tesco Lotus ผลิตโดย Tesco Lotus), น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (ยี่ห้อมิตรผล ผลิตโดยบริษัท รวมเกษตรกรอุตสาหกรรม จำกัด) และเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอ โดยใช้ตะแกรกร่อนแป้ง จากนั้นชั่งส่วนผสมต่าง ๆ ตามสูตรในตารางที่ 1 และนำมากรน (ยี่ห้อ Best Food ผลิตโดยบริษัท ลำสูง จำกัด) มาตีปั่นด้วยเครื่องผสมอาหาร (ยี่ห้อ KitchenAid รุ่น K5SS ประเทศสหรัฐอเมริกา) ให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติมน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ผสมให้เข้ากัน จากนั้นใส่เกลือ (ยี่ห้อปรังทิพย์ ผลิตโดยบริษัท สหพัฒนพิบูล จำกัด) เล็กน้อย ปั่นส่วนผสมต่าง ๆ ให้เข้ากันดี แล้วใส่ไข่ไก่ลงไป ตีให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่แป้งสาลีและส่วนผสมที่เหลือตีให้เข้ากันประมาณ 10 นาที จากนั้นจัดรูปร่างตามที่ต้องการ โดยใช้เครื่องกดคุกกี้ให้ได้รูปร่างเป็นวงกลม นำเข้าไปใส่ตู้อบ (ยี่ห้อ SAMAC ประเทศจีน) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10-15 นาที เมื่อครบเวลานำออกจากตู้อบและตั้งทิ้งไว้ให้เย็นและบรรจุใส่ภาชนะบรรจุ



Figure 7: Cookies with 0%, 5% and 10% pectin, respectively.

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของคุกกี้

Ingredient	Quantity (g)		
	Formula 1 (Control)	Formula 2	Formula 3
Allpurpose flour	150	150	150
Pectin extracted from grapefruit peel	0	7.5	15
White sugar	75	75	75
Salt	0.37	0.37	0.37
Egg	1 ฟอง	1 ฟอง	1 ฟอง
Margarine	75	75	75
Baking powder	3.75	3.75	3.75

ที่มา : อมรรัตน์ ถนอมแก้ว และคณะ (2551)

4. การวิเคราะห์คุณสมบัติของคุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอ

4.1 น้ำหนักที่หายไปจากการอบ

น้ำหนักที่เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10 มาชั่งน้ำหนักทั้งก่อนอบและหลังอบ

$$\text{น้ำหนักที่หายไป (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักคุกกี้ก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักคุกกี้หลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักคุกกี้ก่อนอบ (กรัม)}} \times 100$$

4.2 การแผ่กระจาย

เมื่อเตรียมคุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอ แล้วนำคุกกี้มา วัดความกว้าง (width) ความหนา (thickness) แล้วคำนวณค่าอัตราการแผ่กระจาย (spread ratio) ของชั้นคุกกี้ โดยวัดความกว้างของคุกกี้ที่วางเรียงชิดกัน 10 ชิ้น และวัดความหนาของคุกกี้ ที่วางซ้อนทับกัน 10 ชิ้น คำนวณค่าอัตราการแผ่กระจาย เทียบกับอัตราส่วนความกว้างต่อความหนาของคุกกี้และนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (AACC, 2000)

4.3 การวัดค่าสี

นำคุกกี้ทั้ง 3 สูตรมาวิเคราะห์ค่าสี เช่นเดียวกับข้อ 2.2

4.4 ปริมาณความชื้น

ชั่งคุกกี้ทั้ง 3 สูตรมาปริมาณ 5 กรัมจากนั้นนำมาวัดปริมาณความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น (Moisture Analyzer) (ยี่ห้อ Sartorius รุ่น MA 30 ประเทศอังกฤษ)

4.5 ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้

ทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภค โดยใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านของ ลักษณะปรากฏ, กลิ่นรส, เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมด้วยวิธี 9-Points Hedonic Scale โดยมีคะแนนความชอบ 1 – 9 คะแนน จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) โดยมีผู้ทดสอบทั้งเพศชายและหญิงในมหาวิทยาลัยแม่โจ้จำนวน 30 คน มีอายุช่วง 21-63 ปี เป็นเพศชาย 16 คน เพศหญิง 14 คน

5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยหาค่าเฉลี่ยและทดสอบความแปรปรวนแบบ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's Multiple Range Test (วิวัฒน์ หวังเจริญ, 2562)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. คุณสมบัติของเพคติน

1.1 ร้อยละของผลผลิต

นำเปลือกส้มโอแห้งส่วนที่เป็นสีขาว (อัลเบโด) จำนวน 250 กรัม นำไปไฮโดรไลซ์ด้วยกรดไฮโดรคลอริกได้ เพคตินที่เป็นน้ำหนักแห้ง 13.1488 กรัม คิดเป็นร้อยละของผลผลิต 5.25±0.48

เมื่อเทียบกับงานวิจัยของปฐมพงษ์ เทียงเพชร และคณะ (2559) จะได้เพคตินจำนวน 3.3257 กรัมต่อเปลือกส้มโอ 10 กรัมโดยคิดเป็นร้อยละผลผลิต 33.25 ทั้งนี้ร้อยละของผลผลิตของเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอที่ได้จากการวิจัยนี้น้อยกว่า อาจเป็นเพราะว่าในวิธีของปฐมพงษ์ เทียงเพชร และคณะ (2559) ได้มีการนำส่วนที่เป็นเปลือกส้มโอที่ผ่านการสกัดโดยใช้กรดไฮโดรคลอริกนำมาสกัดซ้ำอีก 1 รอบจึงทำให้ปริมาณของเพคตินที่ได้มีปริมาณที่มากกว่าที่ได้จากการวิจัยนี้

1.2 ค่าสี

เพคตินที่สกัดได้จากเปลือกส้มโอพบว่ามีค่าสี L^* (ความสว่าง) เท่ากับ 64.67 ± 0.07 ส่วนค่า a^* มีค่าเข้าใกล้สีแดงโดยมีค่าเท่ากับ 7.93 ± 0.02 และค่า b^* ค่าเข้าใกล้สีเหลืองโดยมีค่าเท่ากับ 31.41 ± 0.03 ดังตารางที่ 2 โดยมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของธนาวัฒน์ เทียงเพชร และคณะ (2556) ค่าสีของเพคตินจากเปลือกส้มโอที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีค่าสี L^* อยู่ที่ 71.64 ± 1.97 ส่วน a^* อยู่ที่ 8.38 ± 0.36 และ b^* อยู่ที่ 20.26 ± 0.69

ตารางที่ 2 ค่าสีของเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอ

Pectin color value from pomelo peel	
L*	64.67±0.07
a*	7.93±0.02
b*	31.41±0.03

CIE color value : L * = brightness value (100 = bright 0 = black) a * = (+) is red (-) is green b * = (+) is yellow (-) is diamond.

2. วิเคราะห์คุณสมบัติของคูกี้

2.1 น้ำหนักที่หายไปจากการอบ

ผลของการใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอเสริมในคูกี้ในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือ ร้อยละ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลีต่อน้ำหนักก่อนอบและหลังอบแสดงในตารางที่ 3 จากการทดลองพบว่าคูกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0 ร้อยละน้ำหนักที่หายไปนั้นมีค่าที่มากกว่าคูกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 และ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนคูกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 และ 10 นั้นมีค่าร้อยละน้ำหนักที่หายไปไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอเมื่อผสมกับส่วนผสมต่าง ๆ ทำให้เกิดความหนืดขึ้น โดยทำให้น้ำที่อยู่ในส่วนผสมนั้นระเหยออกได้ยากซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องการในอุตสาหกรรมขนมอบเพราะช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของค่าวัตถุดิบ

ตารางที่ 3 ค่าการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการอบของคูกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10

Sample	%Weight loss
Pectin 0%	43.08 ^b ±2.20
Pectin 5%	13.99 ^a ±8.44
Pectin 10%	13.07 ^a ±5.02

Data were reported as mean ± standard deviation of duplicate experiments.

^{ab} means with different letter within the same column were significantly different (p<0.05).

2.2 การแผ่กระจาย

ผลของการใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอเสริมในคูกี้ในระดับที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือ ร้อยละ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนักแป้งต่อการแผ่กระจายของคูกี้ดังตารางที่ 4 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเพคตินจากเปลือกส้มโอมากขึ้นจะทำให้การแผ่กระจายของคูกี้ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการเนื่องมาจากคูกี้ที่ได้นั้นจะมีรูปร่างที่เล็กลงและจะทำให้ไม่ตอบสนองความต้องการต่อผู้บริโภค

เนื่องมาจากเพคตินจากเปลือกส้มโอที่เติมลงไปในคูกี้เมื่อเติมในปริมาณที่มากขึ้นมีผลทำให้มีการดูดซับน้ำมากขึ้นทำให้เกิดความหนืดในส่วนผสมของคูกี้มากขึ้นไปด้วย จึงส่งผลทำให้อัตราการแผ่กระจายนั้นลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอิชิฮารุโน เปรมประสพโชค และศศิธร ประไพภัส (2558) เมื่อเติมเปลือกกล้วยที่มีส่วนเพคตินในปริมาณที่มากขึ้นการแผ่กระจายของคูกี้ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าการกระจายอยู่ในช่วง 2.64-3.69 ส่วนตัวอย่างควบคุมมีค่าการแผ่กระจายเท่ากับ 3.65 (อิชิฮารุโน เปรมประสพโชค และศศิธร ประไพภัส, 2558)

ตารางที่ 4 ค่าการแผ่กระจายเนื่องจากการอบของคุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10

	Pectin 0%	Pectin 5%	Pectin 10%
Width (mm)	40.56 ^c ±1.20	38.38 ^b ±0.83	37.44 ^a ±1.20
Thickness (mm)	5.96 ^a ±0.80	7.80 ^b ±1.38	8.94 ^c ±0.66
Spread ratio	6.92 ^c ±0.89	5.08 ^b ±1.10	4.20 ^a ±0.38

Data were reported as mean ± standard deviation of duplicate experiments.

^{abc} means with different letter within the same column were significantly different (p≤0.05).

2.3 ค่าสี

การใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอในคุกกี้ในปริมาณที่ต่างกัน ได้แก่ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนัก พบว่าคุกกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 0 และ 5 มีค่า L* (ความสว่าง) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เมื่อเติมปริมาณเพคตินร้อยละ 10 จะมีค่าความสว่างที่ลดลง ส่วนค่า a* ของคุกกี้ทั้ง 3 สูตรค่าเข้าใกล้สีแดงโดยเมื่อเติมปริมาณเพคตินที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ค่านี้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่า b* คุกกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 และ 10 มีค่าที่ต่ำกว่าคุกกี้ที่ไม่ได้เสริมเพคติน แสดงในตารางที่ 5 ซึ่งคุกกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอมีค่าสีแดงและสีเหลืองลดลงทั้งนี้เนื่องมาจากเพคตินจากเปลือกส้มโอมีสีขาว

ตารางที่ 5 ค่าสีของคุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10

Color value	Pectin 0 %	Pectin 5 %	Pectin 10 %
L*	79.94 ^a ±0.30	79.94 ^a ±0.55	77.56 ^b ±0.02
a*	5.44 ^a ±0.01	4.56 ^b ±0.06	4.23 ^c ±0.05
b*	37.15 ^a ±0.04	32.85 ^b ±0.17	32.53 ^b ±0.25

Data were reported as mean ± standard deviation of duplicate experiments.

^{abc} means with different letter within the same row were significantly different (p≤0.05).

2.4 ความชื้น

การใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอในคุกกี้ในปริมาณที่ต่างกัน ได้แก่ 0, 5 และ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลี พบว่าเมื่อเสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอในปริมาณที่มากขึ้นจะมีแนวโน้มความชื้นนั้นเพิ่มมากขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงในตารางที่ 6

ทั้งนี้เนื่องมาจากเพคตินจากเปลือกส้มโอมีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ร้อยละ 1.53 ถ้าเพิ่มปริมาณเพคตินจากเปลือกส้มโอเข้าไปในคุกกี้เยอะ ๆ ทำให้สมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนในผลิตภัณฑ์มีมากขึ้น ทั้งในด้านการละลาย การอุ้มน้ำ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับน้ำมีผลทำให้มีการดูดซึมน้ำในสูตรมากขึ้นความชื้นจึงมากขึ้น (ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค และคณะ, 2558) และเกี่ยวกับคุณสมบัติของเพคตินเป็นสารที่รวมตัวกับน้ำได้ปริมาณมาก ทำให้คุกกี้ที่ได้มีความชื้นที่มากขึ้น

ตารางที่ 6 ปริมาณความชื้นของคุกกี้เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10

Sample	Pectin 0 %	Pectin 5 %	Pectin 10 %
% Moisture ^{ns}	6.50±0.84	7.31±0.28	7.46±0.49

^{ns} means not significantly different (p>0.05).

2.5 การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคูกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 0, 5 และ 10 มีคะแนนทางด้านลักษณะปรากฏและกลิ่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนคุณลักษณะทางด้านรสชาติ, เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของคูกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 0 และ 5 มีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 6-7 คือช่วงของความชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง และคูกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 10 มีคะแนนน้อยกว่าคูกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 0 และ 5 ในคุณลักษณะทางด้านรสชาติ, เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 5-6 คะแนนคือช่วงของความชอบแบบเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อยดังตารางที่ 7

ทั้งนี้สาเหตุคะแนนทางด้านลักษณะปรากฏไม่แตกต่างกันทั้ง ๆ ที่ค่าสีที่วัดด้วยเครื่องมีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากส่วนผสมของคูกี้แต่ละสูตรมีส่วนผสมที่ไม่แตกต่างกันมากนักทำให้ผู้ทดสอบมองสีของคูกี้ไม่แตกต่างกันแต่ในการใช้เครื่องมือในการวัดค่าสีแล้วเกิดความแตกต่างเนื่องจากเครื่องวัดค่าสีนั้นมีความละเอียดในการวัดค่าสีมากกว่าสายตาของผู้ทดสอบ ส่วนคุณสมบัติทางด้านกลิ่นไม่เกิดความแตกต่างเนื่องมาจากปริมาณของเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอที่เติมไปในคูกี้ที่มีปริมาณที่เติมน้อยกลิ่นซึ่งอาจเป็นผลทำให้กลิ่นของคูกี้ที่เติมไม่เกิดความแตกต่างกัน และคูกี้ที่เสริมเพคตินร้อยละ 10 มีคะแนนด้านรสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมน้อยกว่าตัวอย่างอื่น ๆ เนื่องมาจากเพคตินที่ได้จากเปลือกส้มโอจะมีสารลิโมนิน (limonin) ที่ให้รสขม ยิ่งเติมในปริมาณที่มากขึ้นคูกี้ที่ได้จะมีความขมที่มากและทำให้ผู้ทดสอบนั้นให้คะแนนทางด้านรสชาติที่ลดลง (นราธิป ปุณเกษม, 2559)

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคูกี้ที่เสริมเพคตินสกัดจากเปลือกส้มโอร้อยละ 0, 5 และ 10

Parameter	Pectin 0 %	Pectin 5 %	Pectin 10 %
Colour ^{ns}	6.83±1.28	6.83±1.26	6.23±1.30
Smell ^{ns}	6.90±1.42	6.76±1.35	6.66±1.32
Flavors	7.23 ^a ±1.29	6.86 ^{ab} ±1.45	6.40 ^b ±1.52
Texture	6.56 ^a ±1.50	6.53 ^a ±1.61	5.63 ^b ±1.65
Overall preference	6.93 ^a ±1.14	7.23 ^a ±1.22	6.06 ^b ±1.50

1-9 liking points, from 1 (most disliked) to 9 (most liked). The scores expressed are mean scores ± SD (n = 30).

^{abc} means with different letter within the same row were significantly different (p≤0.05).

^{ns} means not significantly different (p>0.05).

สรุปผลการวิจัย

การใช้กรดไฮโดรคลอริกในการสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอจะได้ผลผลิตร้อยละ 5.25±0.48 และเมื่อนำไปเสริมในคูกี้ร้อยละ 0, 5 และ 10 พบว่าค่าการกระจายและค่าสีจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเพคตินที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าความชื้นเมื่อเพิ่มเพคตินมากขึ้นทำให้ความชื้นสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และในการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสพบว่าคูกี้ที่เสริมเพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดในการเติมลงไปในคูกี้ซึ่งมีความชอบไม่ต่างกับคูกี้ที่ไม่เติมเพคติน โดยมีความเป็นไปได้ในการใช้เพคตินจากเปลือกส้มโอร้อยละ 5 ในการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบต่าง ๆ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ขนมอบ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้เกิดขึ้นไม่ได้หากได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ให้ความรู้กับการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ขอขอบคุณนักศึกษามหาวิทยาลัยแม่โจ้และบุคลากรมหาวิทยาลัยทุกท่านที่คอยสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านตลอดจนให้ความร่วมมือในการทดสอบชิมงานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ฉัตรชัย สังข์ผุด, จีราภรณ์ สังข์ผุด และ จินตนา แก้วชนะ. (2554). สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอ ด้วยสารละลายกรด. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 7(1), 37-46.
- ชินานาฏ วิทยาประภากร และ สัณญ์ ทวีเกษมสมบัติ. (2555). การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากวัสดุทางการเกษตร. วารสารวิชาการและวิจัย มทร. พระนคร ฉบับพิเศษ. 5, 184-189.
- ธานุวัฒน์ ลากตันสุผล, ปฎิมา ทองขวัญ และ ศิริลักษณ์ สรพรมทิพย์. (2556). การสกัดเพคตินจากเปลือกผักและผลไม้. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44(2)(พิเศษ), 433-436.
- ธิดารัตน์ เปรมประสพโชค และ ศศิธร ประไพภัส. (2558). การทดแทนน้ำตาลทรายในคุกกี้ด้วยกล้วยน้ำว้า. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 53 กรุงเทพมหานคร. น. 923-930.
- ธิดิมา คุณยศยิ่ง, ศิริมาเอมวงษ์, ไพฑูรย์ เกิดพร้อม และ แฉีเสียด บินโซดาโอะ. (2552). การศึกษาการลดน้ำหนักเนื้อดินสำหรับการประดิษฐ์เครื่องประดับเซรามิก. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. 50-61.
- นราธิป ปุณเกษม. (2559). การพัฒนาคุกกี้เนยสดเสริมใยอาหารจากอัลเบโดของส้มโอ. Journal of Food Health and Bioenvironmental Science. 9(1), 35-49.
- ปฐมพงษ์ เทียงเพชร, ราตรี บุมี และ ภาณุมาศ อุณสมัย. (2559). สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเพคตินจากเปลือกส้มโอ ด้วยกรดไฮโดรคลอริก. ใน รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชรครั้งที่ 3 วันที่ 22 ธันวาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. 339-346.
- วิวัฒน์ หวังเจริญ. (2562). เอกสารประกอบการสอนวิชา ทอ 330 การควบคุมคุณภาพอาหาร. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 143 หน้า.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. (2551). การผลิตและคุณสมบัติของใยอาหารจากเปลือกส้มโอเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร. The 1st NPRU Academic Conference 2008. 1-12.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. (2553). การเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์หมวย. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553 ณ กรุงเทพมหานคร. 269-276.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, มนตรา ล่วงลือ, ปวีณา สมบูรณ์ผล และ สละ บตรโชติ. (2557). หมูแต่งเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ ส่วนขาว. วารสารวิจัยและพัฒนาวิจัยในพระบรมราชูปถัมภ์. 9(2), 8-18.
- อมรรัตน์ ถนอมแก้ว, นุชรี รวาร์ตน์, ยุพาวรรณ ก้อนเรือง, สมฤทัย จิตภักดีบดินทร์ และ เถวียน บัวตุ้ม. (2551). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมเพคตินจากเปลือกมะนาว. Thaksin University Journal, 11(2), 39-55.
- AACC. (2000). Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. 8th ed. The American Association of Chemists. St. Paul, Minnesota.

การประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นกำจัดยุงพาหะนำโรคของหน่วยงานเครือข่ายในเขตสุขภาพที่ 4 จังหวัดสระบุรี ปี พ.ศ.2561-2562

Evaluation of a Mosquito-borne Fogger of Network Agencies in the Health Region 4th, Saraburi Province, Year 2018-2019.

รุจิรา เลิศพร้อม¹

Rujira Lerdprom¹

Received: 12 ต.ค. 2563

Revised: 2 ธ.ค. 2563

Accepted: 29 ธ.ค. 2563

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นสารเคมีกำจัดยุงพาหะนำโรคของหน่วยงานเครือข่ายในพื้นที่สุขภาพที่ 4 จังหวัดสระบุรี และการพ่นสารเคมี การใช้อุปกรณ์รักษาเครื่องพ่นต่อผลลัพธ์ที่ค่ามาตรฐานตามเกณฑ์ (อัตราการไหล อุณหภูมิปลายท่อ และขนาดมาตรฐานละอองน้ำยา) ประชากรในการวิจัย คือ เครื่องพ่นสารเคมี และเจ้าหน้าที่ผู้ใช้ และดูแลรักษาเครื่องพ่นสารเคมีของหน่วยงานเครือข่ายในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 จำนวน 12 อำเภอ รวมเครื่องพ่นสารเคมีจำนวน 113 เครื่อง และเจ้าพนักงานผู้ใช้และดูแลรักษาเครื่องพ่นสารเคมี จำนวน 183 คน เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ และทดสอบคุณลักษณะของเครื่องพ่น ระหว่างเดือน พฤศจิกายน – ธันวาคม 2560 และ 2561

ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลความรู้เรื่องเครื่องพ่น การพ่น การบำรุงรักษา พบว่าเจ้าหน้าที่ส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 80) มีความรู้เรื่องเครื่องพ่น การพ่น การบำรุงรักษา และเจ้าหน้าที่ทุกคนที่เข้ารับการประเมินแก้ปัญหาด้วยตนเองในกรณีเครื่องขัดข้องขณะปฏิบัติการพ่น เครื่องพ่นหมอกควันจำนวน 113 เครื่อง มีอายุ 1 ปี ขึ้นไป ขนาดหัวพ่นเบอร์ 1.0 และ 1.2 ร้อยละ 23.9 และ 26.6 ตามลำดับ มีอัตราการไหลเฉลี่ย 19.20 ลิตร/ชั่วโมง อุณหภูมิปลายท่อเฉลี่ย 431.84 องศาเซลเซียส และมีขนาดละอองน้ำยาพ่นสารเคมีเฉลี่ย 34.01 ไมครอน

คำสำคัญ: เครื่องพ่นกำจัดยุง, ยุงพาหะนำโรค, เขตสุขภาพที่ 4

Abstract

The objective of this study was to assess the characteristics of a mosquito-borne fogger of the network agencies in the health region 4th and for study the use of basic knowledge in spraying, the maintenance of equipment, on the fogging chemicals and maintain the fogger used based on the criteria (flow rate, pipe end temperature, and the aerosol standard size).

Study designed was assess a mosquito-borne fogger, user, and the maintenance of equipment by interviews at in the health region 4th, including 12 districts. There were 113 foggers and 183 users. The mosquito fogger was tested the performance and ability of sprays between November - December 2017 and 2018. The results shown that more than 80% of user understand the used of mosquito fogger, maintenance of equipment, and the spraying. If an equipment had trouble, they can solve and repair by themselves. 113 a mosquito-borne fogger, aged 1 year, spray nozzle size was 1.0 and 1.2 has 23.9 and 26.6 percent, respectively, the average flow rate of 19.20 liters/hour, the average pipe end temperature of 431.84 degrees celsius, and the average aerosol standard size 34.01 micron.

Keywords: a mosquito-borne fogger, mosquito vector, the Health region 4th.

¹สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 จังหวัดสระบุรี อีเมล: Lerdprom3004@gmail.com

¹The office of Disease Prevention and Control , Region 4 Saraburi, email: Lerdprom3004@gmail.com

บทนำ

โรคไข้เลือดออก (dengue hemorrhagic fever) เป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยและการตายของประชากรในหลายภูมิภาคของโลกใบนี้ เป็นโรคติดต่อที่เกิดจากเชื้อไวรัสชื่อวาเดงกี (dengue) โดยมียุงลายเพศเมียเป็นพาหะนำโรคจากผู้ป่วย เป็นโรคไข้เลือดออกไปสู่คนอื่นๆในขณะกัดกินเลือด (ปิติ มงคลางกูร, 2559) เริ่มระบาดเข้ามาในประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2501 โดยเริ่มต้นที่กรุงเทพฯแล้วแพร่กระจายไปตามต่างจังหวัด ปัจจุบันนี้มีรายงานพบผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจากจังหวัดต่างๆ ทั่วประเทศ เป็นโรคที่สำคัญและยังเป็นปัญหาสาธารณสุข และเนื่องจากยังไม่มียาที่จะกำจัดเชื้อไวรัสเดงกีได้ การรักษาจึงเป็นการรักษาตามอาการเท่านั้น ความสำคัญในการป้องกันโรคไข้เลือดออกจึงอยู่ที่การควบคุมยุงพาหะเป็นมาตรการหลัก จากความรู้เรื่องชีวนิสยของยุงลายทำให้ตระหนักว่า มาตรการหลักที่สำคัญในการป้องกันโรคไข้เลือดออก โดยการบริหารจัดการ ภาชนะเพื่อลดแหล่งเพาะพันธุ์เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง (อุษาวดี ถาวร, 2553) เมื่อเกิดการระบาดของโรคมีการนำสารเคมีกำจัดแมลง มาใช้เพื่อตัดวงจรการเกิดโรคและยับยั้งการแพร่กระจายของโรค การควบคุมป้องกันโรคเมื่อมีการระบาดเกิดขึ้นเป็นหน้าที่ของ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในหน่วยงานสาธารณสุข ปัจจุบันมีองค์กรปกครอง ส่วนท้องถิ่น (อปท.) ได้แก่ เทศบาลนคร เทศบาลเมือง เทศบาลตำบล องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) เข้ามามีบทบาทในการสนับสนุนและป้องกันควบคุมโรค (กองแก้ว ยะอุป และคณะ, 2561) การพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมกำจัดยุงพาหะนำโรค มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อประสิทธิภาพ ได้แก่ คุณภาพสารเคมี เทคนิคการพ่น คุณภาพเครื่องพ่นสารเคมี สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะคุณภาพเครื่องพ่น องค์การอนามัยโลกแนะนำขนาดเม็ดน้ำยาที่พ่น ควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 5-27 ไมครอน จึงจะมีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดแมลงบินเพราะจะลอยฟุ้งคลุมพื้นที่ได้นาน และไปได้ไกลตามกระแสลมตามธรรมชาติ โดยขนาดขึ้นกับปริมาณความร้อนและอัตราการไหลของสารเคมี (ไสว โพธิ์มล และ ประเทือง ยมศรีเคน, 2558) เครื่องพ่นสารเคมีเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการควบคุมการระบาดของโรคติดต่อ นำโดยแมลง การพิจารณาถึงประสิทธิภาพของเครื่องที่ประกอบด้วยคุณลักษณะตรงตามมาตรฐาน ทักษะการใช้ การบำรุงรักษา ที่ถูกต้อง จึงมีความสำคัญ เพื่อการสำเร็จในการป้องกันควบคุมโรค (เดชธร วงศ์หิรัญ และ จงรัก ประทุมทอง, 2558)

ดังนั้นเพื่อให้การควบคุมยุงพาหะนำโรคของหน่วยงานเครือข่ายของเขตสุขภาพที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงสุดต่อการควบคุมยุงตัวเต็มวัย การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการสำรวจความรู้เรื่องสารเคมี การพ่นสารเคมี ของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ และประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นกำจัดยุงพาหะนำโรค ได้แก่ อุณหภูมิความร้อนปลายท่อพ่น อัตราการไหลของน้ำยาเคมี และขนาด เม็ดน้ำยาเคมี (VMD) ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดมาตรการระดับพื้นที่ต่อไป อันจะส่งผลต่อการลดความสิ้นเปลือง งบประมาณในการดำเนินงานควบคุมโรคและประชาชน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นสารเคมีกำจัดยุงพาหะนำโรค ของหน่วยงานเครือข่ายในพื้นที่สุขภาพที่ 4
2. ศึกษาความรู้ด้านการพ่นสารเคมีและการใช้ บำรุงรักษาเครื่องพ่น ต่อผลลัพธ์ค่ามาตรฐานตามเกณฑ์ (อัตราการไหล อุณหภูมิปลายท่อ และขนาดมาตรฐานละอองน้ำยา)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร หมายถึง เครื่องพ่นหมอกควันทุกชนิดทุกยี่ห้อที่อยู่ภายใต้การดูแลของหน่วยงานเครือข่ายในพื้นที่ 8 จังหวัดของเขตสุขภาพที่ 4

กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง เครื่องพ่นหมอกควันทุกชนิดทุกยี่ห้อที่อยู่ภายใต้การดูแลของหน่วยงานเครือข่ายในพื้นที่ 8 จังหวัดของเขตสุขภาพที่ 4 ที่ได้รับการคัดเลือก

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้มีรูปแบบการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) พื้นที่ที่มีความแตกต่างของความเป็นอยู่และมีความหนาแน่น การเคลื่อนย้ายของประชากรสูง/มีรายงานการระบาดของโรคติดต่อนำ โดยแมลงและขอการสนับสนุน ได้แก่ อำเภอมือง อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี, อำเภอมือง อำเภอบางปะอิน จังหวัด ปทุมธานี, อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี, อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี, อำเภอมือง จังหวัดนครนายก อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง, อำเภอมือง อำเภอบางระจัน อำเภอท่าช้าง และอำเภอพหลุมบุรี จังหวัดสิงห์บุรี

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการประเมินเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ด้วยแบบประเมินประสิทธิภาพการฟันสารเคมีในงานสาธารณสุข และแบบประเมินมาตรฐานเครื่องฟันสารเคมีกำจัดยุงพาหะ ประกอบด้วย

2.1 หัวข้อที่ประเมินเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในพื้นที่มี 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) ข้อมูลผู้ปฏิบัติการฟันความรู้เรื่องเครื่องฟัน การฟัน และการบำรุงรักษา 2) ความรู้เรื่องสารเคมี และ 3) การป้องกันตัวเอง

2.2 หัวข้อที่ประเมินมาตรฐานเครื่องฟันสารเคมีกำจัดยุงพาหะ มี 11 หัวข้อ ได้แก่ อัตราการไหลของสารเคมี อุณหภูมิ ณ จุดหยดน้ำยา ก่อนหยดน้ำยา อุณหภูมิ ณ ปลายปากท่อ ก่อนหยดน้ำยา อุณหภูมิ ณ จุดหยดน้ำยา ขณะหยดน้ำยา อุณหภูมิ ณ ปลายปากท่อ ขณะหยดน้ำยา ตรวจวัดค่า VMD การดูแลเครื่องฟัน สภาพตัวถังภายนอก การสตาร์ทเครื่อง ข้อบกพร่องอื่นๆที่พบ ข้อเสนอแนะ และการแก้ไขสภาพตัวถังภายนอก

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การประเมินเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ ด้วยการสัมภาษณ์ และการสังเกต และบันทึกข้อมูลในแบบประเมินประสิทธิภาพการฟันสารเคมีในงานสาธารณสุข

3.2 การประเมินมาตรฐานเครื่องฟันสารเคมีกำจัดยุงพาหะ

3.2.1 การวัดอุณหภูมิพื้นของเครื่องฟันทอมกควัน เครื่องฟันที่ได้มาตรฐานควรมีอุณหภูมิบริเวณปลายท่อไม่เกิน 1,000 องศาเซลเซียส การวัดอุณหภูมิความร้อนปลายท่อ ทำซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิปลายท่อที่วัดได้

3.2.2 การวัดอัตราการไหลของน้ำยาเคมี เพื่อทราบอัตราการไหลของน้ำยาว่ามีปริมาณกี่ลิตรต่อชั่วโมง เครื่องฟันทอมกควันที่ได้มาตรฐานมีอัตราการไหลของน้ำยาเคมีไม่ต่ำกว่า 24 ลิตร/1 ชั่วโมง (กรมควบคุมโรคกำหนด) ทำซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของเครื่องฟันทอมกควัน คิดเป็นลิตร/ชั่วโมง

3.2.3 การวัดขนาดละอองสารเคมี โดยนับละอองใต้กล้องจุลทรรศน์จากแผ่นสไลด์ที่เคลือบแมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ละอองน้ำยา ในระยะห่างจากปลายกระบอกฟันสารเคมี 2 เมตร โดยเก็บสไลด์ 3 แผ่น ต่อการทดลอง 1 ครั้ง โดยนับละอองน้ำยาให้ได้มากกว่า 200 ละออง นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่า VDM

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์และการสังเกตผู้ปฏิบัติงานฟันสารเคมี บันทึกข้อมูลในแบบประเมินประสิทธิภาพเครื่องฟันสารเคมีในงานสาธารณสุข และบันทึกค่าการวัดอุณหภูมิความร้อนปลายท่อ การวัดอัตราการไหลของน้ำยาเคมี และการวัดอัตราการไหลของน้ำยาเคมี ในแบบประเมินมาตรฐานเครื่องฟันสารเคมีกำจัดยุงพาหะ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของแบบสอบถาม แบบบันทึกข้อมูลทุกฉบับ และจัดทำรหัส (Coding form) และป้อนข้อมูลเพื่อคำนวณค่าสถิติ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้โปรแกรม SPSS โดยสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของเจ้าหน้าที่ฟันสารเคมีของหน่วยงานเครือข่ายที่เข้าร่วมในการประเมินประสิทธิภาพการฟันและมาตรฐานการฟันสารเคมีกำจัดยุงพาหะเป็นเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพส่วนตำบล เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล ในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 จำนวน 183 ราย พบว่ามีเพศชายร้อยละ 94.54 ส่วนใหญ่อยู่ในระหว่าง 39-58 ปี (เฉลี่ย 45.13 ปี S.D. = 11.39) และข้อมูลด้านการทำงานของเจ้าหน้าที่ที่เข้าร่วมการประเมิน พบว่าร้อยละ 54.64 ที่มีหน้าที่รับผิดชอบหลัก คือ ด้านงานสาธารณสุขหรือฟันสารเคมี และมีเจ้าหน้าที่ที่เคยอบรมร้อยละ 65.03 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีประสบการณ์ทำงานระหว่าง 1-5 ปี มีร้อยละ 61.20

ความรู้เรื่องสารเคมีและการป้องกันตนเอง จากตารางที่ 1 ความรู้เรื่องสารเคมี ส่วนใหญ่พบว่ามีความรู้หรือมีการปฏิบัติที่ถูกต้อง โดยเฉพาะการจัดการสารเคมี ซึ่งพบว่าเจ้าหน้าที่ร้อยละ 8 ยังคงมีการจัดการสารเคมีอย่างไม่ถูกต้อง หลังจากการฟันสารเคมีควบคุมโรคเสร็จแล้ว ข้อมูลการป้องกันตัวเองขณะปฏิบัติงาน พบว่า ส่วนใหญ่มีหน้ากาก ในขณะที่ยังขาดอุปกรณ์ป้องกันเสียง สำหรับใส่ขณะปฏิบัติงาน สอดคล้องกับการศึกษาของ กองแก้ว ปี 2561 กองแก้ว ยะอุป และคณะ (2561) ประเมินทักษะด้านการคำนวณและผสมสารเคมีก่อนการฟัน พบอยู่ในระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 95.20 และการใช้ชุดป้องกัน

ตนเองขณะผ่านสารเคมีร้อยละ 85.70 ความรู้เรื่องเครื่องพ่น การพ่น และการบำรุงรักษา พบว่า เจ้าหน้าที่ส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 70) มีความรู้เรื่องเครื่องพ่น การพ่น การบำรุงรักษา ยกเว้นการแจ้งซื้อสารเคมีและชนิดเครื่องพ่นที่ใช้งานและเจ้าหน้าที่ทุกคนที่เข้ารับการประเมินแก้ปัญหาด้วยตนเองในกรณีเครื่องขัดข้องขณะปฏิบัติการพ่น (ตารางที่ 2) สอดคล้องกับการศึกษาของ กองแก้ว ยะอุป และคณะ (2561) การแก้ปัญหาเมื่อเกิดมีเปลวไฟจากที่ปลายท่อขณะทำการพ่นสารเคมีได้อย่างถูกต้องร้อยละ 11.90 (กองแก้ว ยะอุป และคณะ, 2561)

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความรู้เรื่องสารเคมีและการป้องกันตนเอง (n= 183)

ความรู้เรื่องสารเคมี และการป้องกันตนเอง		ถูกต้อง	ไม่ถูกต้อง	ไม่มี
		จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)
สารเคมี	ฉลากสารเคมี (อ่าน/ไม่อ่าน)	160 (87.43)	23 (12.57)	
	บอกชื่อสารเคมีที่ใช้ได้	125 (68.31)	58 (31.69)	
	การผสมสารเคมี	146 (79.78)	37 (20.22)	
	การปฏิบัติตัวเมื่อสัมผัสสารเคมี	168 (91.80)	15 (8.20)	
	การจัดการสารเคมี	175 (95.63)	8 (4.37)	
การป้องกันตัวเองขณะปฏิบัติงาน (n=182)		มี		ไม่มี
หน้ากาก		151 (82.97)		31 (50.00)
ชุดพ่น		77 (42.31)		105 (57.69)
แว่นตา		84 (46.15)		98 (53.85)
ถุงมือยาง		118 (64.84)		64 (35.16)
อุปกรณ์ป้องกันเสียง		62 (34.07)		120 (65.93)
หมวก		127 (69.78)		55 (30.22)
รองเท้าบูท		130 (71.43)		52 (28.57)

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความรู้เรื่องเครื่องพ่น การพ่น การบำรุงรักษา (n= 183)

ความรู้เรื่อง การพ่น และการบำรุงรักษา		ดำเนินการ		ไม่ดำเนินการ จำนวน (ร้อยละ)
		ตามมาตรฐาน จำนวน (ร้อยละ)	ไม่ตามมาตรฐาน จำนวน (ร้อยละ)	
การเตรียมพื้นที่พ่น (เตรียม/ไม่เตรียม)		162 (88.52)	21 (11.48)	
การแจ้งชุมชนก่อนพ่น (แจ้ง/ไม่แจ้ง)		181 (98.91)	2 (1.09)	
ช่วงเวลาปฏิบัติงาน (เหมาะสม/ไม่เหมาะสม)		180 (98.36)	3 (1.64)	
บอกชนิดเครื่องพ่นที่ใช้งาน (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง)		89 (48.63)	34 (18.58)	60 (32.79)
ตรวจสอบเครื่องพ่นก่อน ปฏิบัติงาน (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง/ไม่ทำ)	ตรวจถังน้ำมันเชื้อเพลิง	171 (93.44)	3 (3.83)	5 (2.73)
	ตรวจถังสารเคมี	169 (92.35)	6 (3.28)	8 (4.37)
	ตรวจระบบไฟ/หัวเทียน	167 (91.26)	8 (4.37)	8 (4.37)
การปฏิบัติงาน (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง/ไม่ทำ)	หาทิศทางลมก่อน	175 (95.63)	5 (2.73)	3 (3.83)
	วางแผนเส้นทางการพ่น	177 (96.72)	3 (3.83)	3 (3.83)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ความรู้เรื่อง การพ่น และการบำรุงรักษา		ดำเนินการ		ไม่ดำเนินการ จำนวน (ร้อยละ)
		ตามมาตรฐาน จำนวน (ร้อยละ)	ไม่ตามมาตรฐาน จำนวน (ร้อยละ)	
วิธีการพ่น (เหมาะสม/ไม่เหมาะสม)	เทคนิคการพ่น (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง)	162 (88.52)	21 (11.48)	
	อัตราความเร็วในการพ่น	142 (77.60)	41 (22.40)	
	สภาพแวดล้อมขณะพ่น	163 (89.07)	20 (10.93)	
	พื้นที่เป้าหมาย (ครอบคลุม/ไม่ครอบคลุม)	170 (92.90)	13 (7.10)	
	ปริมาณสารเคมีที่ใช้	158 (86.34)	25 (13.66)	
การดับเครื่อง (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง)		178 (97.27)	5 (2.73)	
กรณีเครื่องขัดข้องขณะพ่น (ตามช่าง/แก้ปัญหาด้วยตนเอง)		12 (6.56)	171 (93.44)	
ข้อควรทำการณเครื่องดับขณะพ่น (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง)		168 (91.80)	15 (8.20)	
จัดการสารเคมีที่เหลือในถังพ่น (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง)		160 (87.43)	23 (12.57)	
ทำความสะอาดเครื่องพ่นหลังใช้งาน (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง/ไม่ทำ)		164 (89.62)	3 (1.64)	16 (8.74)
ตรวจเช็คเครื่องพ่นหลังใช้งาน (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง)		166 (90.71)	17 (9.29)	
วิธีเก็บเครื่องพ่น (ถูกต้อง/ไม่ถูกต้อง/ไม่ทำ)		176 (96.17)	0 (0.00)	7 (3.83)

ตารางที่ 3 ข้อมูลทั่วไปของเครื่องพ่นสารเคมี

ข้อมูล		จำนวน (n= 113)	ร้อยละ
ยี่ห้อ	Airofog	1	0.88
	Best fogger	37	32.74
	Igeba	41	36.28
	Superfog	1	0.88
	Superhawk	1	0.88
	Plus fog	1	0.88
	Swing fog	28	24.78
	Sthil	2	1.77
	ไม่ระบุ	1	0.88
อายุเครื่อง (ปี)	1- 3	25	22.12
	> 3	59	52.21
	ไม่ระบุ	29	25.66
ขนาดหัวพ่นเบอร์	0.8	7	6.19
	1.0	27	23.89
	1.2	30	26.55
	1.4	2	1.77
	ไม่มีข้อมูล	47	41.59

ข้อมูลเครื่องฟ่นสารเคมีที่ได้รับประเมินประสิทธิภาพ จากตาราง 3-6 เครื่องฟ่นหมอกควันจำนวน 113 เครื่อง มีอายุ 1 ปี ขึ้นไป ขนาดหัวฟ่นเบอร์ 1.0 และ 1.2 ร้อยละ 23.9 และ 26.6 ตามลำดับ มีอัตราการไหลเฉลี่ย 19.20 ลิตร/ชั่วโมง สอดคล้องกับการศึกษาของ กองแก้ว ปี 2561 การวัดอัตราการไหลของน้ำยาสารเคมีได้มาตรฐานร้อยละ 60.76 (กองแก้ว ยะอุป และคณะ, 2561) และ ไสว ปี 2558 พบเครื่องฟ่นส่วนใหญ่มีอัตราการไหลตามเกณฑ์มาตรฐานระหว่าง 24-30 ลิตรต่อชั่วโมง (ไสว โพธิมล และ ประเทือง ยมศรีเคน, 2558) อุณหภูมิปลายท่อเฉลี่ยส่วนใหญ่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 96.33 ค่าเฉลี่ย 431.84 องศาเซลเซียส และมีขนาดละอองน้ำยาฟ่นสารเคมีเฉลี่ย 34.01 ไมครอน ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 53.00 สอดคล้องกับการศึกษาของ ไสว ปี 2558 พบเครื่องฟ่นส่วนใหญ่มีอุณหภูมิปลายท่อ น้อยกว่า 600 องศาเซลเซียส ร้อยละ 66.10 และขนาดเม็ดน้ำยา ไม่เกิน 30 ไมครอน ร้อยละ 83.05 (ไสว โพธิมล และ ประเทือง ยมศรีเคน, 2558) แตกต่างกับการศึกษาของ บุญเทียน ปี 2558 พบเครื่องฟ่นส่วนใหญ่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 600-800 องศาเซลเซียส และขนาดเม็ดน้ำยา ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 74.7 (บุญเทียน อาสารินทร์ และคณะ, 2558)

ตารางที่ 4 ข้อมูลการประเมินเครื่องฟ่นสารเคมี (อัตราการไหล อุณหภูมิ ณ จุดหยดน้ำยา และขนาดละอองสารเคมี)

ข้อมูล	จำนวน	ร้อยละ
อัตราการไหล (ลิตร/ชั่วโมง)	N = 108	
< 15	21	19.44
15 - 24	73	67.59
> 24	14	12.96
พิสัย = 30.78 $\bar{X}$ (S.D.) = 19.19 (4.82)		
อุณหภูมิที่ปลายปากท่อ (องศาเซลเซียส) (ก่อนหยดน้ำยา)	N = 109	96.33
< 600	105	2.75
600 - 800	3	0.92
> 800	1	
พิสัย = 769 $\bar{X}$ (S.D.) = 431.84 (119.14)		
ขนาดละอองน้ำยา (ไมครอน)	N = 109	
< 30	27	53.00
31 - 50	22	43.00
> 50	2	4.00
พิสัย = 65 $\bar{X}$ (S.D.) = 34.01 (11.2)		

ตารางที่ 5 อัตราการไหล (ลิตร/ชั่วโมง) ของเครื่องฟ่นสารเคมี จำแนกตามจังหวัด (n=108)

อัตราการไหล (ลิตร/ชั่วโมง)	<15	15-24	>24	รวม
จังหวัด	นครนายก	1	15	16
	นนทบุรี	5	5	10
	ปทุมธานี	4	9	13
	ลพบุรี	1	10	13
	สระบุรี		5	1
	สิงห์บุรี	2	4	1
	พระนครศรีอยุธยา		7	1
	อ่างทอง	8	18	9
	รวม	21	73	14

ตารางที่ 6 อุณหภูมิของเครื่องฟ่นสารเคมี จำแนกตามจังหวัด (n=109)

อุณหภูมิที่ ณ ปลายปากท่อ (ก่อนหยदन้ายา)		< 600 °C	600-800 °C	> 800 °C	รวม
จังหวัด	นครนายก	16			16
	นนทบุรี	10			10
	ปทุมธานี	11			11
	ลพบุรี	14			14
	สระบุรี	5		1	6
	สิงห์บุรี	7			7
	พระนครศรีอยุธยา	9			9
	อ่างทอง	33	3		36
	รวม	105	3	1	109

ตารางที่ 7 ขนาดละอองน้ำยาพ่นสารเคมี (ไมครอน) ของเครื่องพ่นสารเคมี จำแนกตามจังหวัด (n=51)

ขนาดละอองน้ำยาพ่นสารเคมี (ไมครอน)		< 30	31 - 50	> 50	รวม
จังหวัด	นครนายก	7	6	1	14
	นนทบุรี	3	0	1	4
	ปทุมธานี	4	7		11
	สระบุรี	1	2		3
	สิงห์บุรี	2	5		7
	พระนครศรีอยุธยา	2	3		5
	อ่างทอง	1	6		7
	รวม	20	29	2	51

วิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปร 2 ตัว หาความสัมพันธ์โดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) ของผลการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นสารเคมี ได้แก่ อัตราการไหล (ลิตร/ชั่วโมง) และอุณหภูมิปลายท่อ (ก่อนหยदन้ายา) และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อายุเครื่องพ่น ประสิทธิภาพพ่น การตรวจสอบเครื่องพ่นก่อนพ่น (ถังสารเคมี, ถังน้ำมัน, ระบบไฟ) วิธีติดเครื่อง วิธีดับเครื่องพ่น การแก้ไขเครื่องพ่นขัดข้อง การแก้ไขเมื่อเครื่องดับระหว่างพ่น การจัดการเครื่องพ่นหลังพ่นเสร็จ โดยจำแนกเป็นการปฏิบัติถูกต้อง/ไม่ถูกต้องตามมาตรฐาน และไม่ได้ปฏิบัติ ผลการวิเคราะห์พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($n = 61$) อาจเนื่องจากข้อมูลจากสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานพ่นสารเคมีประจำเครื่องนั้นๆ ไม่ได้จากเจ้าหน้าที่ทุกคนที่ปฏิบัติงาน อีกทั้งในแต่ละหน่วยงานยังมีผู้กำกับ ดูแล ควบคุม การพ่นสารเคมีกำจัดยุงพาหะ อย่างไรก็ตามการให้ความสำคัญกับการบำรุงรักษาเครื่องพ่นเพื่อให้สามารถผลิตขนาดเม็ดน้ำยาได้ตามมาตรฐาน และใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ จะช่วยให้การการควบคุมยุงพาหะนำโรคมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น (บุญเทียน อาสารินทร์ และคณะ, 2558)

สรุปผลการวิจัย

เจ้าหน้าที่ผู้ใช้เครื่องพ่นหมอกควันที่ประเมินประสิทธิภาพตามวิธีมาตรฐานส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย < 50 ปี มีประสบการณ์การทำงานอยู่ระหว่าง 1-5 ปี (ร้อยละ 61.20) ความรู้เรื่องสารเคมี พบว่าเจ้าหน้าที่ยังคงมีบางส่วนที่ไม่อ่านฉลากก่อนใช้ ทำให้มีการผสมสารเคมีไม่ถูกต้องไปด้วย นอกจากนี้เมื่อสัมผัสสารเคมีแล้วบางส่วนปฏิบัติยังไม่ถูกต้อง ซึ่งสัมพันธ์กับการจัดการสารเคมีที่ไม่ถูกต้องเช่นกัน เจ้าหน้าที่ส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 80) มีความรู้เรื่องเครื่องพ่น การพ่น การบำรุงรักษา และเจ้าหน้าที่ทุกคนที่เข้ารับการประเมินแก้ปัญหาด้วยตนเองในกรณีเครื่องขัดข้องขณะปฏิบัติการพ่น สำหรับการป้องกันตัวเองขณะปฏิบัติงาน พบว่าส่วนใหญ่มีหน้ากาก และไม่มีอุปกรณ์ป้องกันเสียงสำหรับใส่ขณะปฏิบัติงาน

เครื่องพ่นหมอกควัน ที่รับการตรวจประเมินมาตรฐานทั้งสิ้น 113 เครื่อง มีอายุ 1 ปี ขึ้นไป ขนาดหัวพ่นเบอร์ 1.0 และ 1.2 ร้อยละ 23.9 และ 26.6 ตามลำดับ มีอัตราการไหลเฉลี่ย 19.20 ลิตร/ชั่วโมง อุณหภูมิปลายท่อเฉลี่ย 431.84 องศา

เซลเซียส และขนาดละอองน้ำยาพ่นสารเคมีเฉลี่ย 34.01 ไมครอน อุณหภูมิที่วัดได้จากปลายท่อปล่อยสารเคมีขณะที่ยังไม่ปล่อยสารเคมีสูงไม่เกิน 800 องศาเซลเซียส ร้อยละ 96.46 ซึ่งตรงตามมาตรฐาน สอดคล้องกับการศึกษาของ ไสว ปี 2558 การตรวจวัดอุณหภูมิส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (600-800 องศาเซลเซียส) มีบางเครื่องสูงเกินมาตรฐาน อาจส่งผลให้สารเคมีที่พ่นออกไปถูกทำลาย ทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดยุงพาหะลดลง และทำให้ท่อพ่นแตกได้ง่าย (ไสว โพธิมล และ ประเทือง ยมศรีเคน, 2558)

ด้านอัตราการไหลของสารเคมี พบว่าส่วนใหญ่มีอัตราการไหลตามมาตรฐานของเครื่องพ่นที่มีหัวควบคุมการไหลของสารเคมีติดตั้งอยู่ เครื่องพ่นหมอกควันที่วัดอัตราการไหลไม่ผ่านมาตรฐาน ร้อยละ 21.24 สำหรับหัวควบคุมการไหลของสารเคมีควรใช้คือหัวเบอร์ 1.0 รองลงมาคือเบอร์ 0.8 ไม่แนะนำให้ใช้หัวเบอร์ 1.2 หรือ 1.4 เพราะจะทำให้ขนาดเม็ดน้ำยา มีขนาดใหญ่ และสิ้นเปลืองสารเคมี นอกจากนี้อัตราการไหลของสารเคมีนำมาใช้ในการกำหนดเวลาที่ทำการพ่นในบ้านแต่ละหลัง หากเครื่องพ่นมีอัตราการไหลต่อเวลาที่สูงต้องลดเวลาพ่นในบ้านให้น้อยลง เพื่อให้สัมพันธ์กับปริมาณสารเคมีที่ใช้พ่นในบ้าน ซึ่งบ้าน 1 หลังคาเรือน โดยเฉลี่ยจะมีพื้นที่ ประมาณ 100 - 150 ตารางเมตร ใช้สารเคมีพ่น 100-150 ซีซี เพื่อลดการใช้สารเคมีเกินขนาด

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) ของผลการประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นสารเคมี และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($n = 61$) แต่ทั้งนี้เพื่อให้การควบคุมการระบาดของโรคมีประสิทธิภาพ ควรให้ความสำคัญกับการบำรุงรักษาเครื่องพ่น ควรมีการปรับแก้ไขตามข้อบกพร่องของแต่ละเครื่องให้ใช้งาน ได้เต็มคุณภาพและมีประสิทธิภาพอย่างคุ้มค่า

ข้อเสนอแนะ

1. จัดอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ทำการประเมินเครื่องพ่นสารเคมีโดยมีผู้เชี่ยวชาญจากสำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง เป็นวิทยากร เพื่อพัฒนาความรู้และเตรียมความพร้อมสำหรับการประเมินครั้งต่อไป
2. การป้องกันควบคุมโรคใช้เลือดออกที่ได้ผลดีที่สุด คือ การทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ของลูกน้ำยุงลาย โดยที่การพ่นสารเคมีถือเป็นมาตรการสุดท้ายที่จะควบคุมไม่ให้เกิดการระบาดของโรค แต่ถ้าหากจำเป็นต้องมีการพ่นสารเคมี ควรจะดำเนินการพ่นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งมีปัจจัยที่มีผลต่อการพ่นสารเคมีให้มีประสิทธิภาพอยู่ด้วยกันหลายปัจจัย และเครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้ ต้องมีประสิทธิภาพ ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ ที่จะทำให้บอกได้ว่าละอองน้ำยาที่ถูกพ่นออกไปในอากาศ สามารถลอยอยู่ในอากาศได้นานและมีปริมาณเพียงพอต่อการกำจัดยุงพาหะซึ่งเป็นเป้าหมาย แต่อย่างไร สารเคมีที่ใช้ต้องมีประสิทธิภาพสูงต่อยุงพาหะ และที่สำคัญต้องปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมายซึ่งจะเป็นสารเคมีที่กำหนดให้ใช้ได้ในงานควบคุมแมลงนำโรคในงานสาธารณสุข รวมถึงผู้ที่ปฏิบัติงานพ่นสารเคมีต้องมีความรู้ความสามารถในเรื่องการพ่นสารเคมีได้อย่างถูกต้องตามหลักของการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรค เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรคต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยการให้ความกรุณาช่วยเหลือของบุคคลจำนวนมาก ซึ่งคณะผู้ศึกษา ขอขอบคุณ นายแพทย์วิทยา สวัสดิ์ภูมิพงศ์ ที่ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษา ขอขอบคุณ ดร.ปิติ มงคลกลางกูร นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ สำนักโรคติดต่อฯ โดยแมลง กรมควบคุมโรค ที่กรุณาให้ความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนทักษะต่างๆ ในการดำเนินการเก็บข้อมูลการศึกษาในครั้งนี้ ขอขอบคุณ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขอำเภอ โรงพยาบาล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นทุกแห่งในเขตพื้นที่รับผิดชอบ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 สระบุรี ที่ได้ให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และให้เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบมาให้ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบคุณคณะเจ้าหน้าที่กลุ่มปฏิบัติการควบคุมโรคและตอบโต้ภาวะฉุกเฉินทางด้านสาธารณสุข ที่ได้ช่วยเก็บ ข้อมูลการวิจัยในพื้นที่ ขอขอบคุณผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 สระบุรี ที่ได้เห็นความสำคัญ สนับสนุนงบประมาณ อนุญาตให้ดำเนินการศึกษา จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ปิติ มงคลกลางกูร. (2559). คู่มือการใช้เครื่องพ่นสำหรับผู้ปฏิบัติการเพื่อป้องกันและควบคุมโรคใช้เลือดออก (พิมพ์ครั้งที่ 3).

- กรุงเทพมหานคร: กลุ่มกัญญาและควบคุมแมลงนำโรค สำนักโรคติดต่อฯโดยแมลง.
- อุษาวดี ถาวระ. (2553). ชีววิทยา นิเวศวิทยาและการควบคุมยุงในประเทศไทย (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: บริษัท หนังสือดีวัน จำกัด.
- กองแก้ว ยะอุป, วาสนา สอนเพ็ง, บุญเทียน อาสารินทร์, พรทวีวัฒน์ ศูนย์จันทร์ และ สุกัญญา ขอพรกลาง (2561). การประเมินประสิทธิภาพการพ่นสารเคมีควบคุมยุงลาย ขององค์กรปกครองท้องถิ่น. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 ขอนแก่น, 2561(2), 1-13.
- ไสว โปธิมล และ ประเทือง ยมศรีเคน. (2558). การประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี ปี 2558, วารสารสำนักโรคติดต่อฯโดยแมลง ปีที่ 13 ประจำเดือน มกราคม-ธันวาคม 2559, หน้า 22-33, จัดพิมพ์โดย สำนักโรคติดต่อฯโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.
- เดชธร วงศ์หิรัญ และ จงรัก ประทุมทอง. (2558). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประสิทธิภาพของเครื่องพ่นสารเคมีและการบำรุงรักษาที่ใช้ในการควบคุมโรคไข้เลือดออกขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น, วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดนครราชสีมา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 58 หน้า.
- บุญเทียน อาสารินทร์, บุญส่ง กุลโฮง, พรทวีวัฒน์ ศูนย์จันทร์ ธงชัย เหลาสา, และ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ขอนแก่น. (2558). การประเมินมาตรฐานเครื่องพ่นหมอกควันของหน่วยงานเครือข่ายในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น. วารสารกรมควบคุมโรค ปีที่ 41 ประจำเดือน มกราคม-มีนาคม 2558, หน้า 50-56.

อิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสีของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก

Influence of Heat Treatment on the Color Change of Green Tourmaline from Mozambique

วรฉัตร อังคะหิรัญ¹*, วิโรจน์ อิมเอิบ² และ ปัทธบดี พิมพ์ที¹
Worachat Angkahiran¹, Virot Imerb² and Pattarabordee Pimki¹

Received: 2 พ.ย. 2563
Revised: 20 ธ.ค. 2563
Accepted: 29 ธ.ค. 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสีของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก โดยใช้ทัวร์มาลีนสีเขียวจำนวน 27 ตัวอย่าง แบ่งเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัวอย่างผ่านกรรมวิธีทางความร้อนด้วยเทคนิคเผาที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6, 12 และ 18 ชั่วโมง วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพด้วยเครื่องมือวิเคราะห์คุณสมบัติขั้นพื้นฐาน และวิเคราะห์การเปลี่ยนสีด้วยภาพถ่าย ผลการวิจัยพบว่าตัวอย่างมีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง 2.99 ถึง 3.10 ค่าดัชนีหักเห n_e มีค่า 1.620 ถึง 1.630 และ n_w มีค่าอยู่ที่ 1.640 ถึง 1.644 การเปรียบเทียบสีและความใสของตัวอย่างก่อนเผาและหลังเผานั้นพบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีแต่มีความใสเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยมีกลุ่มตัวอย่างที่มีการเปลี่ยนแปลงที่น่าสนใจคือ กลุ่มตัวอย่างที่ 3, 8 และ 9 มีสีเหลืองเพิ่มขึ้นและมีความใสเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

คำสำคัญ: ทัวร์มาลีน, โมซัมบิก, การเผาผลาย

Abstract

The objective of this article is to study the influence of heat treatment on the color change of green tourmaline from Mozambique. The 27 samples of green tourmaline were separated into 9 groups, 3 samples in each group. The green tourmaline was heat treatment process via quenching technique at 350, 400, and 450 °C for 6, 12, and 18 h. The Physical properties were examined via the basic gemological instruments. The color was analyzed using an image of green tourmaline.

The results showed that, the specific gravity value of green tourmaline presented between 2.99 and 3.10. The range of refractive index for n_e and n_w of green tourmaline was 1.620–1.630 and 1.640–1.644. The color and transparency comparison of green tourmaline samples between before and after heat treatment, it was found that the color was unchanged but the transparency was increased in most green tourmaline samples after heat treatment.

The group of samples No. 3, 8, and 9 were interesting due to an increase of yellow color and a slight increase in transparency.

Keyword: tourmaline, Mozambique, Heated Gems

¹อาจารย์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะอัญมณีศาสตร์และประยุกต์ศิลป์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

¹Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

²Virot Imerb, Faculty of Gemological Sciences and Applied Arts, Rambhai Barni Rajabhat University

*Corresponding Author Email: noodelpiero@hotmail.com

บทนำ

การค้าพลอยสีในจันทบุรีเริ่มมีมาตั้งแต่ในสมัยรัชกาลที่ 5 และตลาดเป็นที่รู้จักมากขึ้นในปี พ.ศ. 2523 เริ่มมีพ่อค้าจากต่างประเทศเข้ามาซื้อพลอยสีจากพ่อค้าจันทบุรี โดยมีพ่อค้าจากกรุงเทพฯ เป็นผู้นำมาและพ่อค้าจากกรุงเทพฯ เป็นผู้ซื้อเองด้วย ต่อมาเริ่มมีพ่อค้าชาวยุโรป จีน อินเดีย และญี่ปุ่น พยายามเดินทางเข้าไปซื้อพลอยสีที่จันทบุรีมากขึ้น ทำให้ตลาดพลอยจันทบุรีมีความคึกคักมากขึ้น นอกจากการค้าพลอยจากแหล่งผลิตในจังหวัดจันทบุรีแล้ว พ่อค้าพลอยจากส่วนต่างๆ ของประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และจังหวัดกาญจนบุรี ต่างก็นำพลอยสีมาจำหน่ายในตลาดแห่งนี้ด้วย (ศูนย์ข้อมูลอัญมณีและเครื่องประดับ, 2562) ปัจจุบันในจังหวัดจันทบุรีมีชาวแอฟริกันจำนวนมากนำพลอยดิบหลากหลายชนิดทั้งพลอยเนื้อแข็งและพลอยเนื้ออ่อนเข้ามาขายให้กับผู้ประกอบการด้านอัญมณีเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลอยสำเร็จจำหน่ายต่อไป นอกจากชาวแอฟริกันที่ขายพลอยดิบแล้ว ยังมีพ่อค้าพลอยชาวต่างชาติที่เข้ามาซื้อพลอยสำเร็จเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะชาวอินเดียนกับชาวจีน ส่งผลให้การค้าขายพลอยในจังหวัดจันทบุรีมีปริมาณมากขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มพลอยเนื้ออ่อนที่มีความต้องการของตลาดเป็นปริมาณมาก แต่ความต้องการของตลาดและราคาในแต่ละชนิดและแต่ละช่วงเวลามีความผันผวนไม่แน่นอน ส่งผลให้บางครั้งผู้ประกอบการประสบปัญหาขาดทุนหรือสินค้าค้างสต็อกมากขาดเงินทุนหมุนเวียน ทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัวโดยการปรับเปลี่ยนชนิดพลอยที่ทำการผลิตให้สอดคล้องกับตลาดและสถานการณ์ หรือพยายามคิดค้นการวิธีการเผาพลอยทำให้มีความสวยงามมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันการเผาพลอยได้ทำทั้งในพลอยเนื้อแข็งและเนื้ออ่อนบางชนิด โดยมีการทดลองเผาหลากหลายชนิดหลากหลายวิธี มีทั้งได้ผลและไม่ได้ผล

ทัวร์มาลีน (tourmaline) เป็นพลอยอีกชนิดที่ถูกนำมาเข้ามาค้าขายในจังหวัดจันทบุรี ทัวร์มาลีน มาจากคำว่า ทูรามาลี ซึ่งเป็นภาษาสิงหลมีความหมายว่า หินหลายสี ซึ่งสีในทัวร์มาลีนเกิดจากธาตุเพียงเล็กน้อยเข้าไปแทนที่ในโครงสร้างผลึก เช่น รูเบลไลท์ (rubellite) มีสีแดงหรือสีชมพูเนื่องจากมีธาตุแมงกานีส ทัวร์มาลีนสีเขียว (green tourmaline) มีสีเขียวเนื่องจากธาตุเหล็กและวานาเดียม อินดิโคไลท์ (Indicolite) มีสีน้ำเงิน สีน้ำเงินอมม่วงหรืออมเขียวเนื่องจากมีธาตุเหล็ก ทัวร์มาลีนเป็นพลอยตระกูลใหญ่ในกลุ่มซิลิเกต มีความแข็ง 7 ถึง 7.5 ความถ่วงจำเพาะ 3.01 ถึง 3.12 ค่าดัชนีหักเห 1.162 ถึง 1.660 การเกิดของทัวร์มาลีนมักเกิดเป็นแร่ประกอบหินรองในหินอัคนีชนิดแพกมาไทต์และแกรนิต และหินแปรชนิดหินชีสต์ หินไนต์ และหินอ่อน แหล่งกำเนิดที่สำคัญของทัวร์มาลีนได้แก่ รัสเซีย พม่า ศรีลังกา บราซิล สหรัฐอเมริกา อาฟกานิสถาน โมซัมบิก และมาดากัสการ์ (กฤษณะ เวชพร, 2548)

ปัจจุบันการปรับปรุงคุณภาพทัวร์มาลีนนิยมใช้วิธีการฉายรังสี และการเผา เพื่อให้ได้สีและความใสดีขึ้น ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพด้วยการเผานั้นเป็นที่ยอมรับและนิยมในการเพิ่มมูลค่าของอัญมณี แต่กระบวนการเผานั้นมีความซับซ้อน หลากหลายวิธีในแต่ละชนิดของทัวร์มาลีน และไม่มีการเปิดเผยอย่างชัดจากนักเผาพลอย พลอยทัวร์มาลีนสีเขียวเป็นพลอยอีกชนิดที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นที่ต้องการของตลาดโดยเฉพาะพ่อค้าชาวจีนที่ซื้อทัวร์มาลีนสีเขียวสดใสที่มีความสว่างของเนื้อพลอยมากและซื้อขายกันในราคาสูง แต่ในธรรมชาติแล้วทัวร์มาลีนสีเขียวสดใสน้อย ส่วนใหญ่มักจะมีสีเขียวที่มีดเกือบบด้า ซ้ำขายกันในราคาต่ำ เนื่องจากในเนื้อพลอยทัวร์มาลีนสีเขียวมีดมจะมีมลทินแร่สีดำเล็กๆ หรือมลทิน 2 สถานะ ส่งผลให้สีของพลอยมีดมมาก คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทดลองปรับปรุงคุณภาพทัวร์มาลีนสีเขียวมีดมด้วยความร้อนโดยประยุกต์เทคนิคการเผาในการเผาพลอยเนื้อแข็งมาใช้กับการเผาทัวร์มาลีนสีเขียวมีด เพื่อทำให้สีพลอยสวยขึ้น และเนื้อพลอยมีความใสขึ้นเป็นการเพิ่มมูลค่าพลอยต่อ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาค่าความถ่วงจำเพาะและค่าดัชนีหักเหของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสีและความใสของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศ

โมซัมบิก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ใช้ตัวรามาลินสีเซียจากประเทศโมซัมบิก นำไปเจียรไนเป็นแผ่น ขนาด 5x5 มิลลิเมตร หนาประมาณ 2 มิลลิเมตร จำนวน 27 ตัวอย่าง แล้วทำการแบ่งเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัวอย่างโดยมีรายละเอียดคือกลุ่มที่ 1 มีตัวอย่างที่ T350/6_01, T350/6_02 และ T350/6_03 กลุ่มที่ 2 มีตัวอย่างที่ T350/12_01, T350/12_02 และ T350/12_03 กลุ่มที่ 3 มีตัวอย่างที่ T350/18_01, T350/18_02 และ T350/18_03 กลุ่มที่ 4 มีตัวอย่างที่ T400/6_01, T400/6_02 และ T400/6_03 กลุ่มที่ 5 มีตัวอย่างที่ T400/12_01, T400/12_02 และ T400/12_03 กลุ่มที่ 6 มีตัวอย่างที่ T400/18_01, T400/18_02 และ T400/18_03 กลุ่มที่ 7 มีตัวอย่างที่ T450/6_01, T450/6_02 และ T450/6_03 กลุ่มที่ 8 มีตัวอย่างที่ T450/12_01, T450/12_02 และ T450/12_03 กลุ่มที่ 9 มีตัวอย่างที่ T450/18_01, T450/18_02 และ T450/18_03

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

นำตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียในแต่ละกลุ่มตัวอย่างไปปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อนในอุณหภูมิ 350, 400 และ 450 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6, 12 และ 18 ชั่วโมง ภายใต้สภาวะออกซิเดชันด้วยเตาเผาฟลอยแบบไฟฟ้า หลังจากนั้นเมื่อครบตามเวลาที่กำหนดให้นำตัวอย่างออกจากเตาทันที โดยอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกลุ่มมีรายละเอียดคือกลุ่มที่ 1 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง กลุ่มที่ 2 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง กลุ่มที่ 3 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง กลุ่มที่ 4 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง กลุ่มที่ 5 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง กลุ่มที่ 6 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง กลุ่มที่ 7 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง กลุ่มที่ 8 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง กลุ่มที่ 9 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลน้ำหนักในอากาศและน้ำหนักในน้ำของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียด้วยเครื่องชั่งความถ่วงจำเพาะ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณหาความถ่วงจำเพาะของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซีย เก็บข้อมูลค่าดัชนีหักเหของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ และเก็บข้อมูลสีของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียก่อนเผาและหลังเผาด้วยกล้องโทรศัพท์มือถือรุ่น Samsung A50 ในโหมดถ่ายภาพปกติภายใต้แสงขาว 5,000 K

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

หาความถ่วงจำเพาะด้วยการคำนวณข้อมูลน้ำหนักในอากาศและน้ำหนักในน้ำของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซีย ที่หาได้จากเครื่องชั่งหาความถ่วงจำเพาะ หาค่าดัชนีหักเหของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียจากเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีและความใสของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียก่อนเผาและหลังเผาจากภาพถ่ายที่บันทึกได้

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลการตรวจวัดความถ่วงจำเพาะของตัวรามาลินสีเซียจากประเทศโมซัมบิก

ตารางที่ 1 ค่าความถ่วงจำเพาะของตัวรามาลินสีเซียจากประเทศโมซัมบิก

Sample codes	Weight in air	Weight in air	S.G.
T350/6_01	1.938	1.305	3.06
T350/6_02	0.999	0.673	3.06
T350/6_03	1.715	1.148	3.02
T350/12_01	2.127	1.430	3.05
T350/12_02	1.456	0.983	3.07

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Sample codes	Weight in air	Weight in air	S.G.
T350/12_03	1.192	0.804	3.07
T350/18_01	1.311	0.880	3.04
T350/18_02	1.485	0.999	3.00
T350/18_03	2.120	1.430	3.07
T400/6_01	1.828	1.225	3.03
T400/6_02	1.216	0.810	2.99
T400/6_03	0.922	0.622	3.07
T400/12_01	1.504	1.013	3.06
T400/12_02	0.999	0.672	3.05
T400/12_03	1.101	0.740	3.04
T400/18_01	1.758	1.182	3.05
T400/18_02	1.301	0.868	3.00
T400/18_03	1.510	1.007	3.00
T450/6_01	1.366	0.911	3.00
T450/6_02	1.308	0.884	3.08
T450/6_03	2.019	1.356	3.04
T450/12_01	1.897	1.284	3.09
T450/12_02	1.322	0.880	2.99
T450/12_03	0.751	0.502	3.01
T450/18_01	1.942	1.295	3.00
T450/18_02	2.228	1.494	3.03
T450/18_03	0.954	0.642	3.05

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าความถ่วงจำเพาะของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิกอยู่ในช่วง 2.99 ถึง 3.09 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลในหนังสืออัญมณีวิทยาของ กฤษณะ เวชพร ที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของทัวร์มาลีนอยู่ในช่วง 3.01 ถึง 3.12 และหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่องวิทยาแร่ของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ โมแซมบิกและแทนซาเนีย โดยเมธิณี เขียวทิพย์ (2558) พบว่า มีค่าความถ่วงจำเพาะของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์อยู่ในช่วง 2.99 ถึง 3.11 จากประเทศโมซัมบิกอยู่ในช่วง 2.99 ถึง 3.12 และจากประเทศแทนซาเนียอยู่ในช่วง 2.97 ถึง 3.15

2. ผลการตรวจสอบค่าดัชนีหักเหของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีหักเหของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก

Sample codes	n_{ϵ}	n_{ω}	birefringence
T350/6_01	1.625	1.642	0.017
T350/6_02	1.622	1.641	0.019
T350/6_03	1.622	1.642	0.020
T350/12_01	1.620	1.640	0.020
T350/12_02	1.620	1.640	0.020
T350/12_03	1.624	1.642	0.018
T350/18_01	1.624	1.644	0.020
T350/18_02	1.621	1.642	0.021
T350/18_03	1.620	1.640	0.020
T400/6_01	1.622	1.641	0.019
T400/6_02	1.621	1.641	0.020
T400/6_03	1.624	1.642	0.018
T400/12_01	1.630	1.643	0.013
T400/12_02	1.621	1.640	0.019
T400/12_03	1.622	1.641	0.019
T400/18_01	1.622	1.642	0.020
T400/18_02	1.628	1.642	0.014
T400/18_03	1.629	1.644	0.015
T450/6_01	1.620	1.640	0.020
T450/6_02	1.623	1.640	0.017
T450/6_03	1.624	1.643	0.019
T450/12_01	1.629	1.642	0.013
T450/12_02	1.621	1.640	0.019
T450/12_03	1.630	1.640	0.010
T450/18_01	1.622	1.644	0.020
T450/18_02	1.624	1.640	0.016
T450/18_03	1.623	1.640	0.017

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าดัชนีหักเหของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิกของงานวิจัยนี้ ค่า n_e อยู่ในช่วง 1.620 ถึง 1.630 ค่า n_w อยู่ในช่วง 1.640 ถึง 1.644 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลวิทยานิพนธ์เรื่องวิทยาแร่ของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ โมแซมบิกและแทนซาเนียของเมธิณี เขียวทิพย์ (2558) พบว่า มีค่าดัชนีหักเหของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ค่า n_e อยู่ในช่วง 1.620 ถึง 1.625 ค่า n_w อยู่ในช่วง 1.640 ถึง 1.645 จากประเทศโมซัมบิกค่า n_e อยู่ในช่วง 1.620 ถึง 1.625 ค่า n_w อยู่ในช่วง 1.640 ถึง 1.643 และจากประเทศแทนซาเนียค่า n_e อยู่ในช่วง 1.621 ถึง 1.625 ค่า n_w อยู่ในช่วง 1.640 ถึง 1.644

3. ผลการเทียบสีก่อนและหลังเผาของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 1 ก่อนและหลังเผา

T350/6_01		T350/6_02		T350/6_03	
before	after	before	after	before	after
					

จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 1 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 6 ชั่วโมง พบว่าทุกตัวอย่างมีความใสสว่างขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 2 ก่อนและหลังเผา

T350/12_01		T350/12_02		T350/12_03	
before	after	before	after	before	after
					

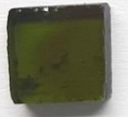
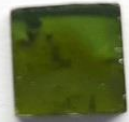
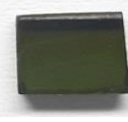
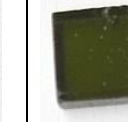
จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 2 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 12 ชั่วโมง พบว่าทุกตัวอย่างไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 3 ก่อนและหลังเผา

T350/18_01		T350/18_02		T350/18_03	
before	after	before	after	before	after
					

จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 3 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 18 ชั่วโมง พบว่าทุกตัวอย่างมีความใสสว่างขึ้นเล็กน้อยและมีสีอมเหลืองมากขึ้น

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 4 ก่อนและหลังเผา

T400/6_01		T400/6_02		T400/6_03	
before	after	before	after	before	after
					

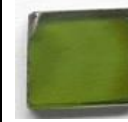
จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 4 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 6 ชั่วโมงพบว่าทุกตัวอย่างมีความใสสว่างขึ้นเล็กน้อยและมีสีอมเหลืองมากขึ้น

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 5 ก่อนและหลังเผา

T400/12_01		T400/12_02		T400/12_03	
before	after	before	after	before	after
					

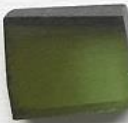
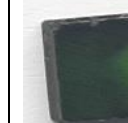
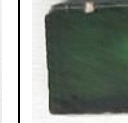
จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 5 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 12 ชั่วโมงพบว่าทุกตัวอย่างมีความใสสว่างขึ้นเล็กน้อยและมีสีอมเหลืองมากขึ้น

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 6 ก่อนและหลังเผา

T400/18_01		T400/18_02		T400/18_03	
before	after	before	after	before	after
					

จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 6 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 18 ชั่วโมง พบว่าทุกตัวอย่างใสขึ้นเล็กน้อยและไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี

ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 7 ก่อนและหลังเผา

T450/6_01		T450/6_02		T450/6_03	
before	after	before	after	before	after
					

จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 7 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 6 ชั่วโมง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยมีบางตัวอย่างที่ใสขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 8 ก่อนและหลังเผา

T450/12_01		T450/12_02		T450/12_03	
before	after	before	after	before	after
					

จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 8 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 12 ชั่วโมง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยมีบางตัวอย่างที่สีขึ้นเล็กน้อยและสีเหลืองขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 9 ก่อนและหลังเผา

T450/18_01		T450/18_02		T450/18_03	
before	after	before	after	before	after
					

จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 9 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 18 ชั่วโมง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยมีบางตัวอย่างที่สีขึ้นเล็กน้อยและสีเหลืองขึ้นเล็กน้อย

จากผลการทดลองเผาตัววัสดุสีเขียวจากประเทศโมซัมบิกในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 9 กลุ่ม พบว่า การใช้อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 18 ชั่วโมง, 400 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 6 ชั่วโมง, 400 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 12 ชั่วโมง, 450 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 12 ชั่วโมง และ 450 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 18 ชั่วโมง ส่งผลให้ตัววัสดุสีเขียว มีสีเขียวที่ลดลงและสีเหลืองเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์ทอง ทองนพคุณ และจิราเจต บำรุงพล (2560) ที่ทดลองเผาตัววัสดุสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ที่ใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส และ 500 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 1 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพตัววัสดุสีเขียวจากแหล่งโมซัมบิกด้วยความร้อนร่วมกับเทคนิคการเผาแบบเผาแยกในอุณหภูมิและระยะเวลาต่างตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ นั้น คณะผู้วิจัยเห็นว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงคุณภาพกรีนตัววัสดุสีเขียวจากแหล่งโมซัมบิกด้วยเตาไฟฟ้าคือ อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ยืนเวลาที่ 18 ชั่วโมง เพราะตัวอย่างในกลุ่มดังกล่าวมีความใสเพิ่มมากขึ้น มีสีเขียวลดลงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่ากลุ่มอื่นๆ ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์ทอง ทองนพคุณ และจิราเจต บำรุงพล (2560) ที่ทดลองเผาตัววัสดุสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ที่ใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส และ 500 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 1 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามมีตัวอย่างบางกลุ่มมีผลการตรวจความใสที่ไม่ได้เพิ่มขึ้นตามสมมุติฐานการเผาใสด้วยเทคนิคการเผาแบบแยก โดยคณะผู้วิจัยคาดว่าอาจเป็นเพราะผลหินบางชนิดภายในตัวอย่างอาจมีจุดหลอมเหลวที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ทดลองเผา ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสี ยังมีผลการเปลี่ยนแปลงสียังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจนัก เนื่องจากตัววัสดุสีเขียวที่มีราคาสูงและเป็นที่ต้องการของตลาดต้องมีสีเขียวเข้มสดใส แต่ผลการทดลองของตัวอย่างในงานวิจัยมีสีเขียวอมเหลืองอยู่ ซึ่งเป็นโทนสีที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างก่อนเผานั้นเอง

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสีของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก พบว่า ค่าความถ่วงจำเพาะของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิกอยู่ในช่วง 2.99 ถึง 3.09 และค่าดัชนีหักเห ค่า n_g อยู่ในช่วง 1.620 ถึง 1.630 ค่า n_w อยู่ในช่วง 1.640 ถึง 1.644 ผลการเปลี่ยนแปลงความใส ทุกกลุ่มตัวอย่างมีความใสเพิ่มขึ้น ยกเว้นกลุ่มที่ 1 ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ผลการเปลี่ยนแปลงสี กลุ่มที่ 3, 4, 5, 8 และ 9 มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจน โดยตัวอย่างในกลุ่มดังกล่าวมีสีเขียวที่ลดลงและมีสีเหลืองที่เพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย คณะอำนวยการและประยุกต์ศิลป มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และห้องปฏิบัติการอัญมณี คณะอำนวยการมหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรีที่ให้การสนับสนุนในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ พื้นที่ ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการด้านการผลิตอัญมณีสำเร็จ ควรให้ความสำคัญในการเลือกซื้อพลอยดิบ โดยควรเลือกพลอยดิบที่มีโทนสีเขียวเข้มไม่มีสีเหลืองปน อาจเป็นสีเขียวเข้มที่มีดได้ เนื่องจากในการปรับปรุงคุณภาพทัวร์มาลีนสีเขียวขึ้น เราสามารถทำให้พลอยดังกล่าวมีความใสเพิ่มมากขึ้นได้ง่ายกว่าการที่จะทำให้สีเหลืองในทัวร์มาลีนสีเขียวลดลง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจในการศึกษาและทดลองปรับปรุงคุณภาพทัวร์มาลีนสีเขียวจากแหล่งโมซัมบิกหรือแหล่งอื่นๆ อาจนำผลการทดลองและข้อสรุปของงานวิจัยนี้ไปเป็นแนวทางในการศึกษาทดลองพัฒนาการเพิ่มคุณภาพทัวร์มาลีนสีเขียวต่อไป แต่ควรระมัดระวังเรื่องอุณหภูมิที่ทดลองเผา เพราะหากใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปอาจส่งผลให้ตัวอย่างเกิดการแตกร้าวได้

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณะ เวชพร. (2548). อัญมณีวิทยา. เชียงใหม่: นพรัตน์การพิมพ์.
พิมพ์ทอง ทองนพคุณ และจิราเจต บำรุงพล. (2560). การเปลี่ยนแปลงสีของทัวร์มาลีนสีเขียวจากแหล่งมาดากัสการ์ ด้วยการปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อน. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 22 (ฉบับพิเศษ), 299-308.
เมธิณี เขียวทิพย์. (2558). วิทยาแร่ของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ โมแซมบิกและแทนซาเนีย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาธรณีวิทยา. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
ศูนย์ข้อมูลอัญมณีและเครื่องประดับ. (2562). ศูนย์กลางการค้าและผลิตพลอยสีของไทย. สืบค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2562, จาก https://infocenter.git.or.th/GemDB_BE/upload

การตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* ในน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดร้อยเอ็ด

Determination of *Escherichia coli* Contamination in Bottled Drinking Water Sold in Roi Et Province

สุรัชย์ รัตนสุข^{1*}, นรินทร์ อุบลบาน¹ และ รัตติส เสี่ยงสาย¹
Surachai Rattanasuk^{1*}, Narin Ubonban¹ and Ratiros Siangsai¹

Received: 19 พ.ย. 2563

Revised: 20 ธ.ค. 2563

Accepted: 28 ธ.ค. 2563

บทคัดย่อ

การเพิ่มขึ้นของการบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดในปัจจุบันส่งผลต่อการเพิ่มการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดมากขึ้นตามไปด้วย น้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายต้องผ่านมาตรฐานน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทโดย เชื้อ *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่ใช้เป็นดัชนีในการบ่งชี้คุณภาพน้ำดื่มที่ต่ำกว่ามาตรฐาน การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ในน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดร้อยเอ็ด โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดในจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 43 ตัวอย่าง นำมาตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* โดยเลี้ยงด้วยอาหารเชื้อ Eosin Methylene Blue Agar (EMB) และตรวจวัดค่าความเป็นกรดต่าง ผลการทดสอบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ในน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดร้อยเอ็ดพบมีน้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 6 ตัวอย่าง (13.95 %) ที่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* และพบว่าค่าความเป็นกรดต่างของตัวอย่างน้ำดื่มทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่าง 5.50 - 8.19

คำสำคัญ: น้ำดื่มบรรจุขวด, การปนเปื้อน, เอสเชอริเชีย โคไล

Abstract

The increase in bottled drinking water consumption has also resulted in an increase in bottled water production. Bottled drinking water for sale must meet drinking water standards. *Escherichia coli* is a bacterial index used to identify water quality standard of bottled drinking water. The purpose of this research was to study the *E. coli* contamination in bottled drinking water sold in Roi Et Province. Forty-three bottled drinking water were collected from Roi Et Province. The *E. coli* bacteria were observed using Eosin Methylene Blue (EMB) Agar medium and pH of drinking water was measured. The result of determination of *E. coli* contamination in bottled drinking water sold in Roi Et Province indicated that 6 bottled drinking water samples (13.95 %) were contaminated with *Escherichia coli* and pH of bottled drinking water samples was ranging from 5.50-8.19.

Keywords: bottled drinking water, contamination, *Escherichia coli*

บทนำ

น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์ในสิ่งมีชีวิต ซึ่งในร่างกายของคนเรานั้นน้ำเป็นส่วนประกอบมากถึง 70 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยคนเราควรดื่มน้ำให้ได้ 6-8 แก้ว จึงจะเพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย โดยน้ำที่นำมาบริโภคนั้นอาจจะเป็นน้ำฝน หรือน้ำประปา แต่ปัญหาที่พบได้ในน้ำฝน คือ ผลจากสภาพปัญหามลพิษในอากาศที่ส่งผลให้น้ำฝนเกิดการปนเปื้อนสารพิษได้ อีกทั้งในน้ำประปาก็ยังพบกลิ่นไม่พึงประสงค์จากสารคลอรีนที่ใช้ในกระบวนการกำจัดกาการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรค (สุวรรณภรณ์ สุวรรณศรี, 2555) จากข้อมูลดังกล่าวผู้บริโภคจึงหันไปบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดแทนการบริโภคน้ำฝนและน้ำประปา

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

¹ Department of Science and Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi Et Rajabhat University

*Corresponding Author Email: surachai_med@hotmail.com

น้ำดื่มบรรจุขวดในปัจจุบันอาจใช้น้ำบาดาลหรือน้ำประปามาผ่านกระบวนการกรองด้วยชั้นถ่านเพื่อตกตะกอน และผ่านชั้นเรซินเพื่อลดความกระด้างของน้ำ หลังจากนั้นจึงผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำโดยกระบวนการใช้แสงอัลตราไวโอเลต การใช้ก๊าซโอโซน หรือผ่านกระบวนการ รีเวอร์สออสโมซิส (สุบัณฑิต นิยมรัตน์ และวิรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, 2559) ซึ่งจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นดัชนีชี้วัดของคุณภาพน้ำดื่ม คือ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยจากมาตรฐานน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) ได้ประกาศไว้ว่าน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุสนิทต้องตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli*

E. coli เป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างท่อนมีการเจริญได้ทั้งที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน เป็นตัวชี้การปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำ มีอยู่ตามธรรมชาติในลำไส้ใหญ่ของสัตว์และมนุษย์ ส่วนใหญ่เชื้อกลุ่มนี้จะไม่เป็นอันตราย ยกเว้นบางสายพันธุ์อาจได้รับพลาสมิดที่สร้าง enterotoxins และกลายเป็นเชื้อก่อโรค ในสายพันธุ์ที่รุนแรงจะทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วง การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ ภาวะโลหิตเป็นพิษและเยื่อหุ้มสมองอักเสบในทารกแรกเกิดได้อีกด้วย (Makvana และ Krilov, 2015; Ku et al., 2015)

ในช่วงที่ผ่านมาได้มีการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดออกมาจำหน่ายเพิ่มมากขึ้นในทุกพื้นที่ของประเทศไทยรวมถึงในจังหวัดร้อยเอ็ดด้วย ซึ่งส่งผลกระทบต่อความจำเป็นในการตรวจสอบคุณภาพของน้ำดื่มว่าผ่านมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้หรือไม่และเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคที่ต้องได้บริโภคน้ำดื่มที่สะอาดปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียก่อโรค

วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ในน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดร้อยเอ็ด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 43 ยี่ห้อ ยี่ห้อละ 1 ขวดที่จำหน่ายภายในจังหวัดร้อยเอ็ด

2. การตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี

ทำการบันทึกข้อมูลตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด ได้แก่ รายละเอียดบนฉลาก (ชื่อบริษัท) และตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

3. การทดสอบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli*

การศึกษครั้งนี้ได้ทดสอบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin Methylene Blue Agar (EMB) (HiMedia Laboratories Pvt. Ltd, India) ซึ่งเป็นอาหารแบบ Selective และ differential medium โดยการนำตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดปริมาณ 100 ไมโครลิตร มาทำการกระจายเชื้อบนอาหารแข็ง EMB แล้วนำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* โดย หากตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดมีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* จะพบการเจริญของโคโลนีที่มีสีเขียวเงาโลหะ ทำการบันทึกจำนวนโคโลนี

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการศึกษการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ในน้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 43 ยี่ห้อที่จำหน่ายในจังหวัดร้อยเอ็ดพบว่า มีน้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 6 ยี่ห้อที่มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* โดยพบลักษณะโคโลนีที่มีสีเขียวเงาโลหะ (ภาพประกอบที่ 1) ผลการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มบรรจุขวดพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 5.50-8.19 (ตารางที่ 1)



ภาพประกอบที่ 1 ลักษณะโคโลนีสีเขียวเงาโลหะของเชื้อ *E. coli* ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB

ตารางที่ 1 ตารางแสดงค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำดื่ม และจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ที่ปนเปื้อนในน้ำดื่ม

ตัวอย่างที่	ค่ากรด-ด่าง	จำนวนโคโลนีต่อ 100 ไมโครลิตร	ตัวอย่างที่	ค่ากรด-ด่าง	จำนวนโคโลนีต่อ 100 ไมโครลิตร
1	6.36	-	23	6.74	-
2	7.14	-	24	7.18	-
3	7.10	-	25	6.96	-
4	7.23	4	26	6.92	-
5	6.80	-	27	6.64	80
6	6.91	-	28	7.41	33
7	6.37	-	29	7.46	-
8	6.68	-	30	7.29	30
9	6.47	-	31	5.50	-
10	6.78	-	32	5.65	-
11	6.42	-	33	6.82	-
12	5.64	-	34	7.23	-
13	6.90	-	35	8.19	-
14	6.78	300	36	7.84	-
15	7.25	-	37	7.76	-
16	6.84	-	38	6.46	-
17	6.51	-	39	7.63	-
18	6.83	-	40	8.05	-
19	5.77	-	41	8.19	-
20	6.07	-	42	7.80	-
21	6.72	-	43	7.90	-
22	6.87	8			

ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สุบัณฑิต นิมรัตน์ และวีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย (2557) ที่รายงาน การศึกษามาตรฐานน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดขุนที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน พบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดเป็นผลิตภัณฑ์ ที่ผลิตภายในจังหวัดน่านซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 6.13-8.42 และผลจากการตรวจหาแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดพบ 2 ตัวอย่างจาก 48 ตัวอย่าง (4.17เปอร์เซ็นต์) ที่พบปริมาณแบคทีเรีย ทั้งสองกลุ่มซึ่งมีค่าเท่ากับ 170 MPN/100 มิลลิลิตร และ 2.0 MPN/100 มิลลิลิตร ปิยวรรณ เนื่องมัจฉา และคณะ (2561) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากจุดบริการน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชพบว่า มีจำนวนตัวอย่างน้ำ 8 จุด ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทางจุลชีววิทยา โดยตรวจพบ *E. coli* ซึ่งคุณภาพน้ำที่เหมาะสมตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม จะต้องต้องมีต้องไม่พบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* Momtaz และคณะ (2013) ได้ทำการตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* จากน้ำประปาและจากน้ำดื่มบรรจุขวด โดยใช้อาหาร EMB ผลการศึกษาพบว่า มีน้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 8 ตัวอย่าง (2.63 เปอร์เซ็นต์) ที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* Kusmawati และ Rahayu (2019) ได้ทำการตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ในน้ำดื่มในเมือง Malang ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB ผลการศึกษาพบว่า มีตัวอย่างน้ำมากถึง 10 ตัวอย่าง (50 เปอร์เซ็นต์) ที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* Ahmed และคณะ (2013) ได้ทำการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มด้วยการยืนยัน การปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ด้วยอาหาร EMB ผลการศึกษาพบว่า มีตัวอย่างน้ำจำนวน 5 ตัวอย่างจากตัวอย่างทั้งหมด 25 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ซึ่งแสดงให้เห็นถึงว่าน้ำดื่มนั้นมีการปนเปื้อนอุจจาระซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เป็นอย่างมาก Pant และคณะ (2016) ได้รายงานผลการตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด เปรียบเทียบกับน้ำประปาชุมชนจากชุมชน Dharan ประเทศเนปาล ผลการศึกษาพบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดไม่มีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* แต่น้ำประปาชุมชนมีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* สูงถึง 21.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* นี้มาจากได้จากหลายสาเหตุ เช่น ระบบกำจัดเชื้อในการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดไม่ได้มาตรฐาน แหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิตน้ำดื่มมีการปนเปื้อนเชื้อในจำนวนมาก ระยะเวลาของการฆ่าเชื้อยังไม่เหมาะสม รวมถึงอาจเกิดการปนเปื้อนในระหว่างกระบวนการผลิตได้อีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดร้อยเอ็ดจำนวน 43 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* จำนวน 6 ตัวอย่าง ซึ่งบ่งชี้ว่าน้ำดื่มจำนวน 6 นี้ไม่ได้มาตรฐานน้ำดื่มบรรจุขวด ดังนั้นหากผู้บริโภคจะเลือกซื้อน้ำดื่มบรรจุขวด ควรเลือกยี่ห้อที่ได้รับการรับรองมาตรฐานน้ำดื่มบรรจุขวด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณห้องปฏิบัติการชีววิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ปิยวรรณ เนื่องมัจฉา, โสภนา วงศ์ทอง, พงศธร ปานทอง และ นพมาศ จงสวัสดิ์วัฒนา. (2018). การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจาก จุดบริการน้ำดื่มภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. วารสารวิชามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 37(1), 25-37.
- สุบัณฑิต นิมรัตน์ และวีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. (2557) มาตรฐานน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดขุนที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. 7(2), 104-111.
- สุบัณฑิต นิมรัตน์ และวีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. (2559). การตรวจสอบคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดฉะเชิงเทรา. วารสาร มทร.อีสาณ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 9(3), 127-136.
- สุวรรณภรณ์ สุวรรณศรี. (2555). ความคิดเห็นต่อน้ำดื่มบรรจุขวดตราสิงห์และพฤติกรรมการบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดของวัยรุ่น ในกรุงเทพมหานคร. สารนิพนธ์. ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Ahmed, T., Acharjee, M., Rahman, M. S., Meghla, M., Jamal, J., Munshi, S. K. and Noor, R. (2013). Microbiological study of drinking water: qualitative and quantitative approach. Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences, 15(4), 23-458.

- Ku, L. C., Boggess, K. A. and Cohen-Wolkowicz, M. (2015). Bacterial meningitis in the infants. Clinics in Perinatology, 42(1), 29-45.
- Makvana, S. and Krilov, L. R. (2015). *Escherichia coli* infections. Pediatrics in Review, 36(4), 167-170; quiz 171.
- Momtaz, H., Dehkordi, F. S., Rahimi, E. and Asgarifar, A. (2013). Detection of *Escherichia coli*, *Salmonella* species, and *Vibrio cholerae* in tap water and bottled drinking water in Isfahan, Iran. BMC Public Health, 13(1), 556.
- Kusmawati, W. and Rahayu, L. (2019). Contamination of *Escherichia coli* Drinking Water Refills on Drinking Water Depots in Malang City. Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi, 7(1), 9-13.
- Pant, N. D., Poudyal, N. and Bhattacharya, S. K. (2016). Bacteriological quality of bottled drinking water versus municipal tap water in Dharan municipality, Nepal. Journal of Health, Population and Nutrition, 35(1), 17.

ผลการสำรวจลูกน้ำยุงลายกับการเกิดโรคไข้เลือดออกในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 ปี พ.ศ.2560-2562

The results of Aedes larval surveys and Dengue Fever in the 4th Regional Health,
2017-2019

รุจิรา เลิศพร้อม¹
Rujira Lerdprom¹

Received: 12 ต.ค. 2563
Revised: 2 ธ.ค. 2563
Accepted: 29 ธ.ค. 2563

บทคัดย่อ

โรคไข้เลือดออกนับเป็นโรคที่สำคัญและยังเป็นปัญหาสาธารณสุข เนื่องจากยังไม่มีวัคซีนและยารักษาโดยตรง การป้องกันโรคไข้เลือดออกจึงอยู่ที่การควบคุมยุงพาหะ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 จังหวัดสระบุรี ได้ดำเนินการสุ่มประเมินค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายในพื้นที่รับผิดชอบ โดยใช้แอปพลิเคชันทันรบาดทดแทนการบันทึกด้วยแบบฟอร์มกระดาษ การศึกษานี้รวบรวมข้อมูลดัชนีลูกน้ำยุงลายจากการใช้แอปพลิเคชันทันรบาดเพื่อศึกษาความชุกของลูกน้ำยุงลายในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 และศึกษาความสัมพันธ์ของดัชนีความชุกของลูกน้ำยุงลายกับอัตราการเกิดโรคไข้เลือดออก ในปี พ.ศ. 2560-2562 ผลการศึกษาพบว่าการสำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายมีค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายสูงสุดในปี พ.ศ. 2560 บ้านที่สำรวจพบลูกน้ำยุงลาย (HI) สูงสุดคิดเป็นร้อยละ 17.98 ภาชนะที่พบลูกน้ำ (CI) สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 6.00 จำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำต่อบ้าน 100 หลังคาเรือน (BI) สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 31.13 การสำรวจภาชนะเสี่ยง พบว่าภาชนะเสี่ยงที่พบลูกน้ำมากที่สุดในภาพรวมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560-2562 ในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 ได้แก่ ภาชนะที่ไม่ใช้แล้ว คิดเป็นร้อยละ 17 รองลงมา ได้แก่ ที่รองกันมด ที่รองตู้เย็น/เครื่องทำน้ำเย็น และยางรถยนต์เก่า คิดเป็นร้อยละ 15, 14 และ 13 ตามลำดับ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการควบคุมลูกน้ำยุงลายกับอุบัติการณ์ของการเกิดโรค พบว่าอัตราการเกิดโรคไข้เลือดออกกับค่าดัชนีลูกน้ำยุงลาย (HI, CI และ BI) ทั้งรายจังหวัดและในภาพรวมของเขตสุขภาพที่ 4 ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ ($p\text{-value} > 0.05$)

คำสำคัญ: ไข้เลือดออก, ดัชนีลูกน้ำยุงลาย, ทันรบาด

Abstract

Dengue is an important arboviral disease and still a major problem. No vaccine exists for dengue or specific treatment. The primary preventative measure to reduce dengue infections is the control of mosquito populations. Since 2017, the Office of Disease Prevention and Control 4th, Saraburi Province use the Tanrabad® application to assess risk of dengue transmission after conducting larva survey in the responsibility area. This study compiled the *Aedes larvae* index data from the Tanrabad® application and analyzed to study the prevalence of *Aedes aegypti* larvae and study the relationship of with dengue incidence in the year, 2017-2019. The results of the survey of *Aedes Aegypti* larvae breeding sites percentage of houses surveyed found the highest *Aedes aegypti* larvae (HI) accounted for 25.25% in 2011. The percentage of the container with the highest larvae (CI) was found as 6.96%. The number of containers found by larvae per 100 houses (BI), the highest 30.31%. The container survey showed that the most risk container were found in larvae in the whole year. 2017-2019 in the area of health region 4th, including containers that are not used accounted for 17 percent, followed by anti-ant plates, refrigerator/water cooler and old tires accounted for 15, 14 and 13 percent respectively. The results of the study on the relationship between

¹สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 จังหวัดสระบุรี อีเมล: Lerdprom3004@gmail.com

¹The office of Disease Prevention and Control , Region 4 Saraburi, email: Lerdprom3004@gmail.com

the control of *Aedes aegypti* larvae and the incidence of disease showed that the incidence of dengue fever and *Aedes aegypti* larvae index (HI, CI and BI) were both provincial and in the overall health area. The fourth was not statistically significant at a confidence level of 0.05 (p -value > 0.05).

Keyword: Dengue fever, Larvae index, Tanrabad

บทนำ

โรคไข้เลือดออกเริ่มระบาดเข้ามาในประเทศไทย เมื่อ พ.ศ. 2501 โดยเริ่มต้นที่กรุงเทพฯ แล้วแพร่กระจายไปตามต่างจังหวัด ปัจจุบันนี้มีรายงานพบผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจากจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศ จำนวนผู้ป่วยสูงสุดในปี พ.ศ. 2530 เท่ากับ 174,285 คน รองลงมาในปี พ.ศ. 2544 มีจำนวนผู้ป่วย 139,355 คน จำนวนผู้ป่วยในปี พ.ศ. 2552 ก็ยังคงสูงถึง 52,919 คน จำนวนผู้ป่วยตาย 46 ราย อัตราป่วยต่อแสนประชากรเท่ากับ 83.48 ฝ่ายชีววิทยาและนิเวศวิทยา กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์ (2553) และในปี พ.ศ. 2562 มีการระบาดของโรคไข้เลือดออก จำนวนผู้ป่วยสูงถึง 131,157 คน และตาย 142 คน (กองระบาดวิทยา, 2563) นับเป็นโรคที่สำคัญและยังเป็นปัญหาสาธารณสุข ขณะนี้วัคซีนสำหรับป้องกันโรคไข้เลือดออก กำลังอยู่ระหว่างการทดลอง ในภาคสนาม คาดว่าต้องใช้เวลาอีกระยะหนึ่งจึงจะทราบว่าสามารถป้องกันโรคไข้เลือดออกได้คุ้มค่าหรือไม่ การรักษาจึงเป็นการรักษาตามอาการเท่านั้น ความสำคัญในการป้องกันโรคไข้เลือดออกจึงอยู่ที่การควบคุมยุงพาหะเป็นมาตรการหลัก จากความรู้เรื่องชีวนิสของยุงลายทำให้ตระหนักว่า มาตรการหลักที่สำคัญในการป้องกันโรคไข้เลือดออก โดยการบริหารจัดการภาชนะ เพื่อลดแหล่งเพาะพันธุ์เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง (ฝ่ายชีววิทยาและนิเวศวิทยา กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์, 2553)

ยุงลายเป็นพาหะนำโรคหลัก ได้แก่ ไข้เลือดออก โรคติดเชื้อไวรัสซิกา และโรคไข้ปวดข้อยุงลาย ที่มีการระบาดอย่างต่อเนื่องในประเทศไทยและพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 ผลการสำรวจลูกน้ำยุงลายในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 ระหว่างปี พ.ศ. 2560-2562 พบว่ายังมีพื้นที่ที่มีค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายเกินค่ามาตรฐาน ทั้งจากชุมชน โรงพยาบาล โรงเรียน และวัด ประกอบกับผลการประเมินความรู้และพฤติกรรมในการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 ในปี พ.ศ. 2559 พบว่า ความรู้ของประชาชนส่วนใหญ่ไม่เปลี่ยนแปลง เกินกว่าร้อยละ 90 ทราบว่า “ภาชนะที่มีลูกน้ำเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายที่นำโรคไข้เลือดออก” และ “ต้องกำจัดลูกน้ำในภาชนะด้วยตนเอง” ยกเว้น เข้าใจผิดว่า “ยุงลายชอบวางไข่ในท่อระบายน้ำหรือน้ำเน่า” เพิ่มขึ้น ประชาชนเขตเมืองเพียงร้อยละ 50 ในเขตชนบท ร้อยละ 60 เท่านั้นที่มีพฤติกรรมการทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายที่ถูกต้อง ปี พ.ศ. 2559-2560 พบว่าลูกน้ำยุงลายในบางพื้นที่ มีแนวโน้มต้านทานต่อสารเคมีที่มีฟอสในรูปของสารเคลือบทราย 1% และมีแนวโน้มต้านทานต่อกระดาดซุบสารเคมีเชิงเดี่ยว เกือบทุกพื้นที่ศึกษาด้านคุณภาพการปนเปื้อนด้วยเครื่องพ่นหมอกควันปี 2560 พบว่า เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 70) มีความรู้เรื่องสารเคมีและการพ่น แต่คุณภาพของเครื่องพ่นยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานร้อยละ 22.22 เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำยามากเกินไป จะเห็นได้ว่า ทรายใบที่เรายังไม่สามารถจัดการตัดวงจรการเกิดโรคที่นำโดยยุงลายได้ เนื่องจากมีพาหะนำโรคและผู้ป่วยอย่างต่อเนื่องในพื้นที่เดียวกันพร้อมที่จะถ่ายทอดโรคตลอดเวลา การควบคุมกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายด้วยการสูบล้างกำจัดยุงลายยังคงจำเป็นต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องในทุกพื้นที่เพื่อควบคุมและป้องกันการแพร่ระบาดของโรคในวงกว้างต่อไป

การสำรวจยุงพาหะนำโรคไข้เลือดออก จึงเป็นขบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยผลการวิเคราะห์ที่ได้สามารถไปใช้ประโยชน์ในด้านการกำหนดมาตรการป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออกในพื้นที่อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ปี พ.ศ. 2559 กรมควบคุมโรคร่วมกับศูนย์เทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) พัฒนาแอปพลิเคชันทันระบาดใช้ในการจัดเก็บ วิเคราะห์และรายงานผลข้อมูลดัชนีลูกน้ำยุงลายจากการสำรวจ โดยมีส่วนที่เป็นโมบาย แอปพลิเคชันทำงานบนโทรศัพท์ เคลื่อนที่หรือคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต เพื่อใช้สำหรับบันทึกข้อมูลการสำรวจลูกน้ำยุงลาย ณ จุดที่ทำการ สำรวจแบบ real-time ทดแทนการบันทึกด้วยแบบฟอร์มกระดาษ นอกจากนี้ข้อมูลการสำรวจจะถูกจัดเก็บสะสม สามารถประมวลผล รายงานค่าดัชนีลูกน้ำยุงลาย ระดับชุมชน หมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จังหวัด ภาค และประเทศ โดยจำแนกตามระยะเวลาที่กำหนดเป็นรายวัน รายสัปดาห์รายเดือน หรือรายปีได้ (คารินทร์ อารีย์ชคชัย, 2561) ซึ่งตั้งแต่ ปีพ.ศ. 2560 สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 จังหวัดสระบุรี ได้ดำเนินการสุ่มประเมินค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายในพื้นที่รับผิดชอบ โดยใช้แอปพลิเคชันทันระบาดทดแทน

การบันทึกด้วยแบบฟอร์มกระดาษ ดังนั้นการศึกษานี้จึงรวบรวมข้อมูลดัชนีลูกน้ำยุงลายจากแอปพลิเคชันทันระบาด และวิเคราะห์ผลเพื่อศึกษาความชุกของลูกน้ำยุงลายในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 และศึกษาความสัมพันธ์ของดัชนีความชุกของลูกน้ำยุงลายกับอัตราการเกิดโรคไข้เลือดออกในปี พ.ศ. 2560-2562

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความชุกของลูกน้ำยุงลายในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายกับอัตราการเกิดโรค

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

พื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 จำนวน 70 อำเภอ คัดเลือกพื้นที่ด้วยการสุ่มแบบเจาะจง อำเภอละ 1 หมู่บ้าน และดำเนินการสำรวจหมู่บ้านละ 100 หลังคาเรือน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสำรวจความชุกของลูกน้ำยุงลายโดยใช้แอปพลิเคชันทันระบาดสำรวจ บันทึกผลการสำรวจลูกน้ำยุงลาย และรายงานผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกของกองระบาดวิทยากรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

ขั้นตอนการสำรวจลูกน้ำยุงลาย

1. เจ้าหน้าที่สำรวจ แนะนำตัว แจ้งวัตถุประสงค์และขออนุญาตเจ้าของบ้านก่อนเข้าทำการสำรวจภายในบ้าน (ทีมสำรวจ 2 คน โดยแบ่งหน้าที่เป็น สำรวจข้อมูล จำนวน 1 คนและบันทึกผล จำนวน 1 คน)
2. สำรวจภาชนะที่มีน้ำขังทุกชนิดทั้งภายในบ้านและนอกบ้าน เริ่มจากภายในหรือภายนอกก่อน ขึ้นอยู่กับความสะดวกของเจ้าของบ้าน ถ้าพบลูกน้ำระยะใดๆ หรือตัวมดก็ตาม แม้เพียงตัวเดียวก็ให้ถือว่าภาชนะนั้นมีลูกน้ำยุงลาย ภาชนะที่จะนับว่าเป็นแหล่งเพาะพันธุ์จะต้องเป็นภาชนะที่มีน้ำขังอยู่เท่านั้น และการสำรวจลูกน้ำจะต้องนับจำนวนภาชนะขังน้ำทุกชั้น บันทึกแยกชนิดของภาชนะ ด้วยแอปพลิเคชันทันระบาด
3. ขณะทำการสำรวจเจ้าหน้าที่สำรวจจะให้คำแนะนำวิธีการควบคุมลูกน้ำยุงลายแก่เจ้าของบ้าน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ค่าดัชนีลูกน้ำยุงลาย HI, CI และ BI ของพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 ปี พ.ศ. 2560-2562 จากการดำเนินการของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน และเก็บรวบรวมข้อมูลผลการสำรวจลูกน้ำยุงลายจากโปรแกรมทันระบาด จาก www.tanrabad.org
2. ข้อมูลสถานการณ์โรคไข้เลือดออกรายเดือนพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 ปี 2560-2562 จากระบบเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา (รายงาน 506) ของสำนักโรคระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าดัชนีทางกีฏวิทยาเกี่ยวกับความชุกชุมของลูกน้ำยุงลายที่ใช้ในการวิเคราะห์และแปลผลจากการสำรวจ

House Index (HI) คือ ร้อยละของบ้านที่สำรวจพบลูกน้ำยุงลาย

$$HI = \frac{\text{จำนวนบ้านที่พบลูกน้ำยุงลาย}}{\text{จำนวนบ้านที่สำรวจทั้งหมด}} \times 100$$

Container Index (CI) คือ ร้อยละของภาชนะขังน้ำที่พบลูกน้ำยุงลาย

$$CI = \frac{\text{จำนวนภาชนะขังน้ำที่พบลูกน้ำยุงลาย}}{\text{จำนวนภาชนะที่สำรวจทั้งหมด}} \times 100$$

Breteau Index (BI) คือจำนวนภาชนะขังน้ำที่พบลูกน้ำยุงลายต่อบ้าน 100 หลังคาเรือน

$$BI = \frac{\text{จำนวนภาชนะขังน้ำที่พบลูกน้ำยุงลาย}}{\text{จำนวนบ้านที่สำรวจทั้งหมด}} \times 100$$

1. หลังจากที่ได้วิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ จนได้ค่าดัชนีความชุกชุมของยุงพาหะทั้งในบ้านและโรงเรียน ไม่ว่าจะแยกรายพื้นที่ และชุมชนแล้ว สามารถแบ่งการแปลผล ดังนี้

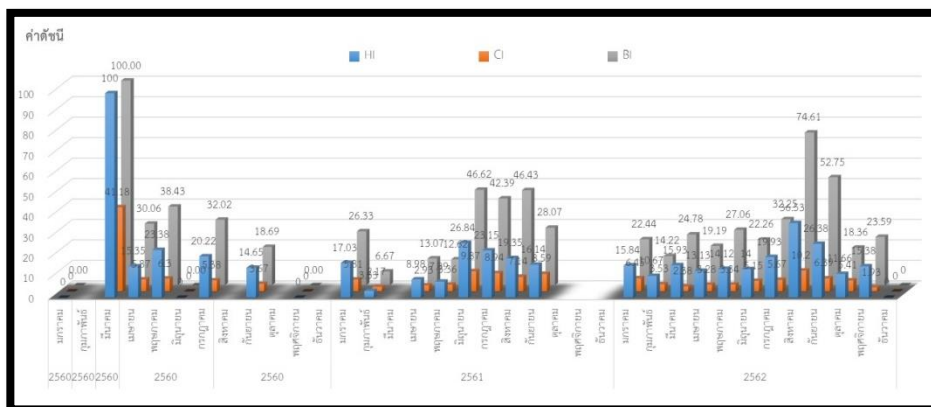
HI ต่ำ CI สูง = ชุมชนนี้มีปัญหาเป็นบางจุดของ ชุมชน แก้ไขเฉพาะจุดได้

2. ข้อมูลสถานการณ์โรคไข้เลือดออก ได้แก่ จำนวนผู้ป่วย อัตราป่วย อัตราตาย รายสัปดาห์ พื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 ปี 2560-2562

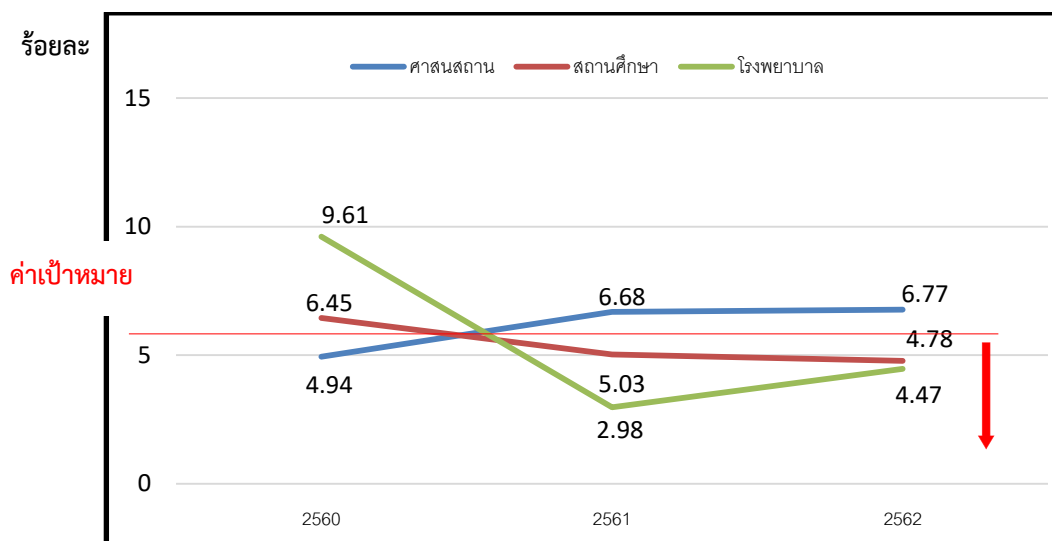
การแปลผลระดับความสัมพันธ์ จะใช้ตัวเลขของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่า r	ระดับของความสัมพันธ์
0.90-1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.70-0.90	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
0.50-0.70	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.30-0.50	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
0.00-0.30	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

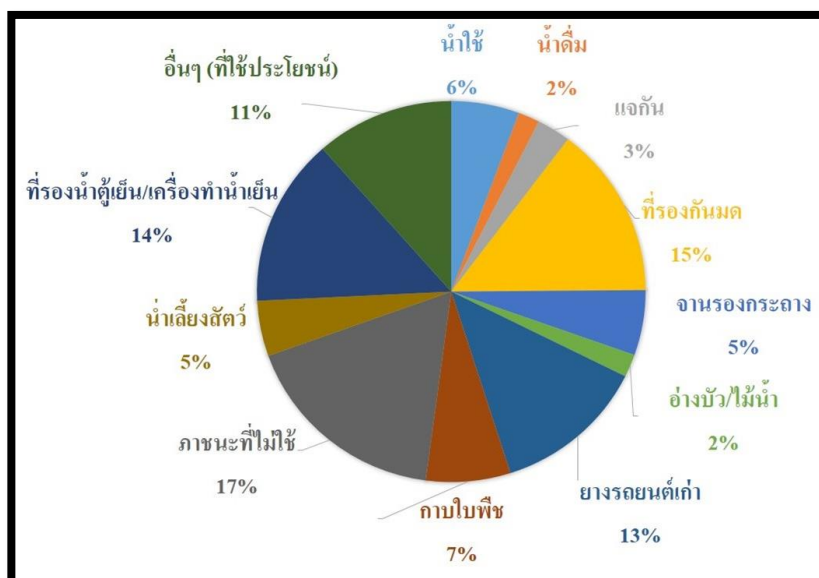
การประเมินค่าดัชนีลูกน้ำยุงลาย (House Index และ Container Index) ในชุมชน โรงเรียน ศาสนสถาน โรงงาน โรงแรมหรือรีสอร์ท และโรงพยาบาล ในเขตพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 ปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2562 พบว่าค่า HI, CI และ BI แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลาที่สำรวจ (ภาพประกอบที่ 1) ในทุกสถานที่ที่มีภาชนะที่พบลูกน้ำยุงลายสูงกว่าค่าเป้าหมาย (มากกว่า 5) และในศาสนสถาน พบภาชนะที่พบลูกน้ำยุงลายสูงทุกปี (ภาพประกอบที่ 2) แสดงให้เห็นว่ามาตรการผลักดันด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมไปยังชุมชนและหน่วยงานองค์กรต่างๆยังไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ สำหรับภาชนะเสี่ยงที่พบลูกน้ำยุงลายส่วนใหญ่พบเป็นภาชนะที่ไม่ได้ใช้ ร้อยละ 16.46 รองลงมา ได้แก่ ที่รองน้ำกันมด ร้อยละ 13.80 ที่รองน้ำตุ๋น ร้อยละ 13.46 และ ยางรถยนต์เก่า ร้อยละ 12.02 (ภาพประกอบที่ 3)



ภาพประกอบที่ 1 ค่าดัชนีลูกน้ำยุงลาย (House Index และ Container Index และ BI) ที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลาที่สำคัญ



ภาพประกอบที่ 2 การสำรวจภาชนะที่พบลูกน้ำยุงลาย (Container index) ปี พ.ศ. 2560 - 2562 เขตสุขภาพที่ 4



ภาพประกอบที่ 3 ร้อยละของชนิดภาชนะเสี่ยงจากการสำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย เขตสุขภาพที่ 4 ปี พ.ศ. 2560-2562

ปี พ.ศ. 2560-2562 เขตสุขภาพที่ 4 พบว่ามีอัตราป่วยมากที่สุดในปี พ.ศ.2561 คิดเป็น 158.47 รองลงมา ปี พ.ศ. 2562 คิดเป็น 107.29 ตามลำดับ โดยจังหวัดลพบุรี มีค่าอัตราป่วยมีฐานสูงสุด คิดเป็น 162.55 รองลงมาจังหวัดนครนายก คิดเป็น 135.93 และจังหวัดนนทบุรี คิดเป็น 117.05 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในขณะที่ข้อมูลดัชนีลูกน้ำยุงลายพบว่าสูงกว่าค่าเป้าหมายในทุกพื้นที่ และพบว่ามีจำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำต่อบ้าน 100 หลังคาเรือน (BI) ร้อยละบ้านที่สำรวจพบลูกน้ำยุงลาย (HI) และร้อยละของภาชนะที่พบลูกน้ำ (CI) แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลาสำรวจ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยดัชนีความชุกของลูกน้ำยุงลาย (HI, CI และ BI) แยกรายจังหวัด เขตสุขภาพที่ 4 ปี พ.ศ. 2560-2562

จังหวัด	2560			2561			2562		
	HI	CI	BI	HI	CI	BI	HI	CI	BI
นนทบุรี	18.52	7.84	28.4	17.00	6.88	28.26	13.83	6.20	20.63
ปทุมธานี	20.45	7.87	36.36	28.98	12.34	53.9	25.47	9.53	41.77
พระนครศรีอยุธยา	13.82	4.10	21.54	8.31	3.72	14.24	5.95	2.20	6.53
อ่างทอง	15.89	6.63	25.83	11.92	3.97	17.45	16.10	6.37	24.72
ลพบุรี	18.89	3.59	28.89	11.62	4.82	18.1	12.33	3.53	21.05
สิงห์บุรี	12.71	3.20	16.1	13.37	2.80	18.54	3.81	1.08	4.45
สระบุรี	23.17	5.75	43.99	11.40	3.52	19.3	21.87	6.82	37.66
นครนายก	20.91	9.91	51.82	27.44	9.15	53.86	28.54	9.90	44.32
เขตสุขภาพที่ 4	17.98	6.00	31.13	16.12	6.00	27.62	15.68	5.19	25.55

ตารางที่ 2 อัตราป่วยสะสมโรคไข้เลือดออก (DF, DHF, DSS) แยกรายจังหวัด เขตสุขภาพที่ 4 ปี พ.ศ. 2560-2562

จังหวัด	อัตราป่วยต่อแสนประชากร		
	2560	2561	2562
นนทบุรี	85.19	194.70	117.05
ปทุมธานี	34.01	175.23	53.51
พระนครศรีอยุธยา	60.09	159.71	82.92
อ่างทอง	94.75	91.56	98.48
ลพบุรี	26.41	162.55	167.07
สิงห์บุรี	6.18	26.15	93.34
สระบุรี	35.57	90.16	142.07
นครนายก	13.52	248.79	135.93
เขตสุขภาพที่ 4	50.01	158.47	107.29

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ของดัชนีความชุกของลูกน้ำยุงลายกับอัตราการเกิดโรค

ปี พ.ศ.	ดัชนีลูกน้ำยุงลาย	อัตราการเกิดโรค	
		Pearson Correlation (r)	p-value
2560	HI	-0.709	0.180
	CI	-0.735	0.157
	BI	-0.767	0.131
2561	HI	0.611	0.198
	CI	0.497	0.316
	BI	-0.633	0.177
2562	HI	0.533	0.091
	CI	0.612	0.045
	BI	0.509	0.110

การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความชุกของลูกน้ำยุงลายกับอัตราการเกิดโรค พบว่าเมื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความชุกของลูกน้ำยุงลายกับอัตราการเกิดโรคปี พ.ศ. 2560-2562 (ในช่วงเวลาต่างกัน) พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ($p\text{-value} > 0.05$) แสดงในตารางที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวีรพงษ์ ปงจินตา (2549) พบว่าค่าดัชนีลูกน้ำยุงลาย HI และ CI ไม่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคไข้เลือดออก อาจเนื่องจากช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลของทั้งสองตัวแปรไม่อยู่ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน (วีรพงษ์ ปงจินตา, 2549) แม้การศึกษานี้ได้หาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายกับอุบัติการณ์โรคไข้เลือดออกในช่วงเดือนถัดจากสัปดาห์ที่ทำการสำรวจ แต่ทั้งนี้ทฤษฎีการเกิดโรคไข้เลือดออกมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ คน เชื้อไวรัสเด็งกี และยุงลาย ซึ่งอาจไม่มีเชื้อไวรัสเด็งกีตลอดจนประชาชนมีภูมิคุ้มกันต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกจากการได้รับเชื้อไวรัสเด็งกีมาก่อนหน้านี้

การสำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย เขตสุขภาพที่ 4 พบค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายสูงสุดในปี พ.ศ. 2560 ร้อยละบ้านที่สำรวจพบลูกน้ำยุงลาย (HI) สูงสุดคิดเป็นร้อยละ 17.98 ร้อยละของภาชนะที่พบลูกน้ำ (CI) สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 6.00 จำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำต่อบ้าน 100 หลังคาเรือน (BI) สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 31.13 และมีค่าลดลงถึงแม้ยังไม่ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (น้อยกว่า 5) ในปี พ.ศ. 2561-2562 แสดงให้เห็นว่าผู้รับผิดชอบหรือผู้กำหนดมาตรการ นโยบายได้นำข้อมูลค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายไปใช้ประโยชน์ในการเฝ้าระวังป้องกันโรคในพื้นที่ ประกอบด้วยมีการวิเคราะห์การพยากรณ์โรคล่วงหน้าเพื่อเตรียมการรับสถานการณ์ของโรค ทำให้มีการระดมทีมรณรงค์ทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายในทุกพื้นที่ตลอดปี พ.ศ. 2562 และหน่วยงานเครือข่ายในเขตสุขภาพเริ่มมีการใช้โปรแกรมทันรบาดสำรวจมากขึ้นทำให้ค่าดัชนีที่ได้มีคุณภาพเนื่องมาจากการประมวลข้อมูลเชิงปริมาณที่มากขึ้น

ภาชนะเสี่ยงที่พบลูกน้ำมากที่สุดในภาพรวมตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2560-2562 เขตสุขภาพที่ 4 ได้แก่ ภาชนะที่ไม่ใช้ (ร้อยละ 17) รองลงมา ได้แก่ ที่รองกันมด ที่รองตุ้ยเย็น/เครื่องทำน้ำเย็น และยางรถยนต์เก่า คิดเป็นร้อยละ 15, 14 และ 13 ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาไสว และคณะ ปี 2558 พบว่า ภาชนะเสี่ยงที่พบลูกน้ำมากที่สุดในการสำรวจช่วงฤดูกาลก่อนการระบาดของไข้เลือดออกได้แก่ ขาตุ้กันมด คิดเป็นร้อยละ 13.89 รองลงมาได้แก่ จานรองกระถาง ต้นไม้ และแจกันดอกไม้ คิดเป็นร้อยละ 9.84 และ 8.87 ตามลำดับ อาจเนื่องจากเป็นพื้นที่เขตชนบทซึ่งมีลักษณะการดำรงชีวิตที่คล้ายกัน (ไสว โพธิมล และสุภาภรณ์ โคตรมณี, 2558)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการควบคุมลูกน้ำยุงลายกับอุบัติการณ์ของการเกิดโรค พบว่า อัตราการเกิดโรคไข้เลือดออกกับค่าดัชนีลูกน้ำยุงลาย (HI, CI และ BI) ทั้งรายจังหวัดและในภาพรวมของเขตสุขภาพที่ 4 ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ($p\text{-value} > 0.05$) แต่ทั้งนี้จากการศึกษาของดารินทร์ อาริโยชชัย (2561) หาความสัมพันธ์ของค่า HI และอุบัติการณ์โรคไข้เลือดออกในช่วง 4 สัปดาห์ถัดจากสัปดาห์สำรวจลูกน้ำยุงลายในภาพรวมของประเทศและรายภาค พบว่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นมาตรการควบคุมยุงพาหะและลดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย จึงยังเป็นมาตรการหลักในปัจจุบันที่จะป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออก เนื่องจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระดับของค่า HI ที่สูงกว่าร้อยละ 5 แต่ไม่เกินร้อยละ 10 จะทำให้เกิดอุบัติการณ์เกิดโรคไข้เลือดออกในช่วง 4 สัปดาห์ถัดจากสัปดาห์ที่ทำการสำรวจสูงขึ้นได้ถึง 1.8 เท่า และความเสี่ยงของการเกิดโรคจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเมื่อระดับของค่า HI สูงขึ้น (กองระบาดวิทยา, 2563)

สรุปผลการวิจัย

การสำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย พบค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายสูงสุดในปี พ.ศ. 2560 ร้อยละบ้านที่สำรวจพบลูกน้ำยุงลาย (HI) สูงสุดคิดเป็นร้อยละ 17.98 ร้อยละของภาชนะที่พบลูกน้ำ (CI) สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 6.00 จำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำต่อบ้าน 100 หลังคาเรือน (BI) สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 31.13 การสำรวจภาชนะเสี่ยง พบว่า ภาชนะเสี่ยงที่พบลูกน้ำมากที่สุดในภาพรวมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560-2562 ในพื้นที่เขตสุขภาพที่ 4 ได้แก่ ภาชนะที่ไม่ใช้ คิดเป็นร้อยละ 17 รองลงมา ได้แก่ ที่รองกันมด ที่รองตุ้ยเย็น/เครื่องทำน้ำเย็น และยางรถยนต์เก่า คิดเป็นร้อยละ 15, 14 และ 13 ตามลำดับ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการควบคุมลูกน้ำยุงลายกับอุบัติการณ์ของการเกิดโรค พบว่า อัตราการเกิดโรคไข้เลือดออกกับค่าดัชนีลูกน้ำยุงลาย (HI, CI และ BI) ทั้งรายจังหวัดและในภาพรวมของเขตสุขภาพที่ 4 ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.05 ($p\text{-value} > 0.05$)

จากการศึกษานี้ ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของความชุกชุมลูกน้ำยุงลายกับอุบัติการณ์ของการเกิดโรคไข้เลือดออกพบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยที่ทำให้เกิดการระบาดของโรคไข้เลือดออกเป็นปัจจัยเสี่ยงแบบผสมผสาน (Multiple risk factors) ซึ่งยังมีปัจจัยในเรื่องระบบภูมิคุ้มกันหมู่ (Herd immunity) ปัจจัยสิ่งแวดล้อม (Environment factor) สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ และอื่นๆเป็นตัวแปรอีกด้วย เช่น พฤติกรรมการป้องกันตนเองและการทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายของประชาชน อย่างไรก็ตามการควบคุมยุงพาหะเป็นมาตรการหลักที่สำคัญในการป้องกันโรคไข้เลือดออก โดยเฉพาะการจัดการภาชนะเพื่อลดแหล่งเพาะพันธุ์เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง ดังนั้นควรดำเนินการสำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และเป็นประโยชน์ในการกำหนดมาตรการเฝ้าระวังและป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกในแต่ละพื้นที่ต่อไป นอกจากนี้ควรสนับสนุนให้มีการรณรงค์กำจัดลูกน้ำยุงลายจากแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายอย่างสม่ำเสมอทั้งในระดับครัวเรือนและระดับชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ปฏิบัติงานโรคติดต่อมาโดยยุงลาย จากสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4 จังหวัดสระบุรี สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด ในความร่วมมือสำรวจลูกน้ำยุงลายและดำเนินมาตรการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

- ฝ่ายชีววิทยาและนิเวศวิทยา กลุ่มกีฏวิทยาทางการแพทย์. (2553). ชีววิทยา นิเวศวิทยาและการควบคุมยุงในประเทศไทย. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: บริษัทหนังสือตีวัน จำกัด.
- กองระบาดวิทยา. (2563). ระบบเฝ้าระวังโรค (รายงาน 506). <http://www.boe.moph.go.th/>. (สืบค้นวันที่ 10 กันยายน 2563).
- คารินทร์ อารีย์โชคชัย. (2561). ระดับของดัชนีลูกน้ำยุงลายจากแอปพลิเคชันทันระดับกับความเสี่ยงของการเกิดโรคไข้เลือดออกในเขตเมือง. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์. สำนักโรคระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, ปีที่ 49 ฉบับที่ 23, 353-359.
- วีรพงษ์ ปงจินตา. (2549). ค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายกับการเกิดโรคไข้เลือดออกของจังหวัดลำปาง. วารสารสาธารณสุขล้านนา, ปีที่ 2 ฉบับที่ 3, 230-235.
- ไสว โปธิมล และ สุภาภรณ์ โคตรมณี. (2558). การสำรวจความชุกชุมของลูกน้ำยุงลายในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี พ.ศ.2554-2557. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น, ปีที่ 22 ฉบับที่ 1, 42-48.